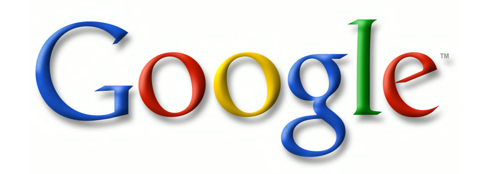


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

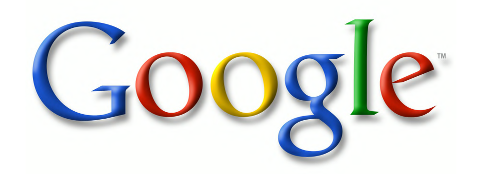
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

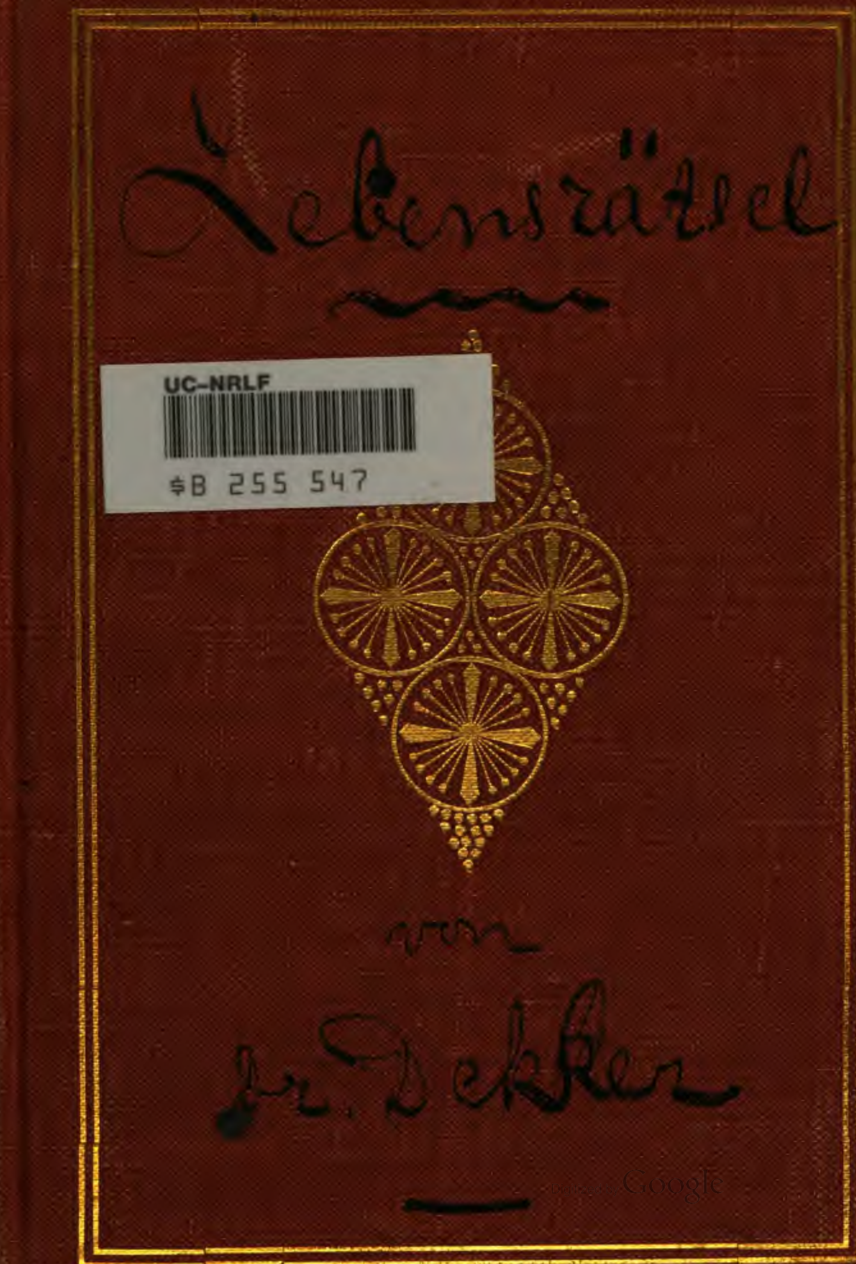
Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.


Lebensrätsel
von
Fr. Dekker
UC-NRLF
$B 255 547
Digitized by Google



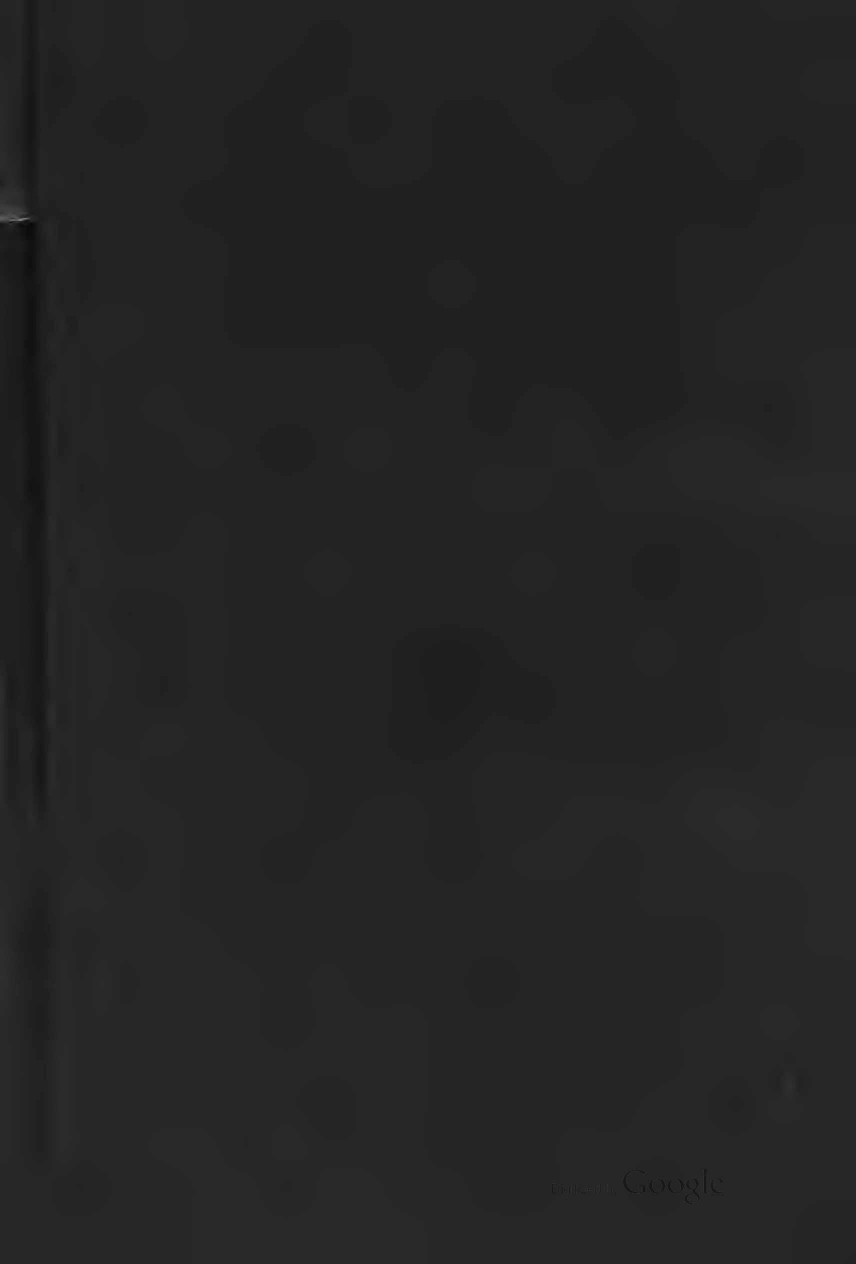
THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID



Digitized by Google




Digitized by Google

Dekker.

Lebensrätsel.

Der Mensch
biologisch dargestellt

von

Dr. med. Hermann Dekker.

I. Teil.

Mit 35 Abbildungen.

Stuttgart
Ernst Heinrich Moritz
1906.

Digitized by Google

„Der Leib ist eine große Vernunft, eine Vielheit mit einem Sinne, ein Krieg und ein Frieden, eine Herde und ein Hirt. Werkzeug deines Leibes ist auch deine kleine Vernunft, mein Bruder, die du „Geist“ nennst, ein kleines Werk- und Spielzeug deiner großen Vernunft,“ also sprach Zarathustra zu den Verächtern des Leibes.

Nietzsche.

Digitized by Google

K-QP35
D45
Biol.
Lib.

Meinem lieben Vater.

M370148

Digitized by Google

Alle Rechte, einschließlich des Über-
setzungsrechtes, sind vorbehalten.

Stuttgarter Setzmaschinen-Druckerei, G. m. b. H.

Digitized by Google

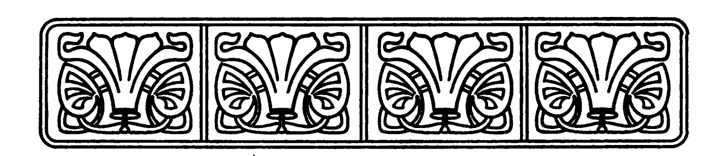
Inhalt des ersten Teils.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



I.

Der Mensch als Organismus.

Der Mensch als Organismus! Ein Programm. Das Programm einer Disziplin, die von einem neuen Standpunkt die naturwissenschaftliche Erforschung des menschlichen Körpers sich vornimmt. Das Programm selbst ist ja alt, uralt. An ihm haben die besten Geister genagt, an ihm hing die ganze Sehnsucht und der metaphysische Drang des Menschengeschlechts seit dem ersten Tage der Menschengeschichte bis auf den heutigen Tag. Aber Jahrtausende lang kam man nicht vom Fleck. Trotz aller Erkenntnis, die kluge Erfahrung der Ärzte brachte, kam man nicht über mystische Phantastereien und spitzfindige Klügeleien hinaus. Jahrtausendelang. Bis auf einmal sieghaft die Morgenröte der neuen Zeit anbrach, des naturwissenschaftlichen Zeitalters, dessen Beginn fixiert ist durch die unsterblichen Namen Baco, Copernicus und Galilei. Da sprengte der Menschengeist die quälenden Fesseln des Dogmatismus und frei von der bedrückenden Luft kirchlicher Beengung atmete er auf und wagte sich an die Lösung der vielen, ach so unendlich vielen Rätsel, die ihm aus allen Erscheinungen am Sternhimmel und auf der festen Erde entgegenstarrten. Ein Pfingsten des Menschengeistes!

Und mit Riesenschritten ging es vorwärts. Auch der Mensch wurde Objekt der Wissenschaft. Noch fehlte fast alles, vor allem noch die Grundlage der Menschforschung, die Kenntnis über den Aufbau seiner Teile. Vesalius,

Digitized by Google

Fallopia, Eustachio machten hierfür die Bahn frei, und scheuten weder Inquisition noch kirchliche Verfolgung, um ihren Wissensdrang zu befriedigen. Diesen Anatomen folgten die Physiologen auf dem Fuß, die mit Bienenfleiß die Funktionen der so erstaunlich kompliziert gebauten Menschenmaschine zu ergründen suchten. Und in jahrhundertelanger Arbeit durch Wirrungen und Irrungen hindurch schufen die Anatomen und Physiologen mit Hilfe der Ärzte, die ihre Beobachtungen am Krankenbett machten, ein, wenn auch keineswegs geklärtes Bild über die Natur des menschlichen Körpers, so doch ein Instrument, das sich handhaben ließ zum Nutzen und Segen der Menschheit.

Und wiederum Pfingsten! Darwin kam. Heute sind es bald 50 Jahre, daß er mit seinem Werk über den Ursprung der Arten die Welt in Aufregung versetzte. Die Wissenschaft war in traditionellen Meinungen erstarrt. Er brachte die starren Massen in Fluß. Auch auf die Medizin wirkte er befruchtend. Es gibt ja *keinen* Zweig moderner Wissenschaft, in dem man nicht heute einen Hauch dieses gewaltigen Feuerkopfes verspürte. Was Darwin für unser Geistesleben bedeutet, das ist ja allmählich auch den Laien klar geworden. Aber — auf die Gefahr hin, Bekanntes zu wiederholen — muß ich auf die Kernpunkte seiner Lehre, wenigstens der Entwicklungslehre, kurz eingehen. Denn sie ist die Angel, um die sich unser ganzes naturwissenschaftliches Denken dreht, die Grundlage und die Voraussetzung auch für die kommenden Betrachtungen.

Warum, so fragte sich Darwin, der mit den Augen des Sehenden um sich schaute, warum die ungeheure Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit der lebenden Wesen? Verdanken sie einer Schöpferlaune ihr Dasein, Form und Gestalt? Ist's bloßes Spielen der Natur? O nein! Darwin findet die Antwort: sie müssen so sein, müssen notwendig so sein. Ein jedes Tier, ja jedes Organ eines Tieres

Digitized by Google

oder lebenden Wesens überhaupt ist nicht willkürlich, sondern mit Notwendigkeit so. Es ist so unter dem Zwang der Verhältnisse, so geworden, weil es dem Tode verfiel, wenn es sich nicht an die Verhältnisse anpaßte. Denn alles, was lebt, ist Anpassung an die Bedingungen, unter denen es zu leben gezwungen ist.

Die roten Blüten im Felde, die grüngoldig staubenden Kätzchen der Weiden am Bach, Anpassung. Die Gewandtheit und List des Fuchses, anderseits die Schnelligkeit des Hasen, die weiße Farbe des Eisbären, die graue der Mäuse, alles Anpassung. Das scharfe Auge der Schwalbe, das im Fluge Insekten erspäht, ihre kräftigen Brustmuskeln, die hohlen Knochen: Anpassung. Und wohin wir auch blicken, was wir auch betrachten mögen, überall erkennen wir, daß alles, alles, was da lebt und webt, in seinem Bau und in seinen Funktionen wiederspiegelt den Ausdruck der Lebensbedingungen, unter denen es sein Dasein führt. Freilich war das schon vor Darwin erkannt. Ja, 2000 Jahre vor Darwin hatte schon Empedokles eine Erklärung versucht, ganz ähnlich der Darwinschen, die wir gleich kennen lernen werden. Aber, sie war eine Hypothese, die durch ein Tatsachenmaterial zu damaliger Zeit sich nicht stützen ließ. Sie wurde vergessen und lebte erst nach zwei Jahrtausenden wieder auf. Darwin faßte das Problem an der Wurzel. Wenn, wie er bewies, die lebenden Wesen veränderlich sind, wenn sie sich wechselnden Verhältnissen anpassen können, und — wollen sie nicht zugrunde gehen — anpassen müssen, wenn ferner, wie leicht nachzuweisen ist, die Lebensbedingungen vor Jahrtausenden andere waren als heute, dann können nicht schon damals die Lebewesen von heute die Erde bevölkert haben, dann sind sie nicht fertig aus des Schöpfers Hand hervorgegangen, wie der fromme Kirchenglaube lehrt, nein, dann hat sich die Lebewelt, wie sie heute ist, entwickelt. Entwickelt von einfachsten,

Digitized by Google

ursprünglichen Formen zu der erstaunlichen Mannigfaltigkeit der lebenden Welt, die wir heute bewundern. Das ist das Prinzip von Darwins Entwicklungs- und Abstammungslehre. Er war sich selbst darüber klar, daß das alles nur eine Hypothese war, aber mit einem gewaltigen Tatsachenmaterial, das er mit ungeheurem Fleiß zusammentrug aus den Ergebnissen der Urgeschichte der Erde, aus der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Tiere, aus ihrer geographischen Verbreitung, gab er seiner Hypothese eine solche Stütze, daß sie heute allseitig als wahr und richtig anerkannt wird und anerkannt werden muß. Muß! Denn was seitdem an Einwänden dagegen erhoben worden ist, fiel wie Kartenhäuser zusammen, wenn ernste Kritik sich damit beschäftigte. Und je mehr die Naturforschung in dieser Richtung sich zielbewußt bewegt, desto größer ist die Ernte an Eroberungen und Entdeckungen, die ihr wie reife Früchte in den Schoß fallen.

Wie war doch vordem die Naturwissenschaft gar so armselig! Man preßte Pflanzen platt und katalogisierte sie in Herbarien oder stopfte Museen voll mit Skeletten und ausgestopften Tieren. Und jedes bekam sein Etikett. Kärrnerarbeit. Gewiß ist das Sammeln notwendig. Das ist so die Inventaraufnahme. Aber man begnügte sich mit diesem Lagerkatalog. Fehlte leider bloß das geistige Band, das die Nummern verknüpfte, und als frisches warmes Leben durch alle diese Formen pulsierte, schaffend und schaffend in unerschöpflicher Mannigfaltigkeit. Seit Darwin sammeln wir nicht mehr allein, wir suchen das Band. Wir fragen, warum ist das Alles so? Darwin gibt uns die Möglichkeit so zu fragen. So lernen wir die Welt verstehen. Auch so den Menschen. Man sträubt sich, den Entwicklungsgedanken für den Menschen anzuerkennen. Wohl für die Tiere, aber für den Menschen beansprucht man eine Sonderstellung. Das einzige Argument, auf das man

Digitized by Google

sich stützt, ist der biblische Schöpfungsbericht. Aber tut man wirklich seinen religiösen Gefühlen Abbruch, wenn man diesen Bericht hält für das, was er ist, einen aus den Anschauungen der damaligen Zeit entstandenen, poetischen und, wir wollen zugeben, geistreichen Versuch, die Schöpfung zu erklären? Der Mensch ist keine Ausnahme, für ihn gelten dieselben ewigen, ehernen Gesetze der Entwicklung, wie für die übrige lebende Welt. Wir sitzen nicht als passive Epigonen im Schöpfungsdrama, sondern wir sind darin handelnde Personen. Des Menschen Entwicklung ist nicht abgeschlossen. Einen Abschluß in der Entwicklung gibt es nicht. Stillstand ist Tod. So paßt sich der Menschenleib und in den Individuen die Menschheit selbst noch heute unaufhörlich an und in unserem Körper und seinen Organen tragen wir die Zeugen einer jahrtausendelangen Entwicklung.

Hatte man in materialistischer Anwandlung früher geglaubt, den Menschen als Maschine betrachten zu können, deren Arbeitsleistungen sich in physikalische und chemische Rechenexempel auflösen lassen, heute betrachten wir ihn als Organismus. Als etwas ewig Werdendes, nie Abgeschlossenes. Als Organismus, der sich unter Einwirkung der umgebenden Außenwelt stetig abändert, sich „anpaßt". Organismus und Maschine. Der Vergleich ist zu dürftig. Denn die Maschine kann nicht werden, sich nicht anpassen. Sie wird auch nicht, wie der lebende Organismus geboren, d. h. von einem Wesen derselben Art hervorgebracht und zeugt nicht aus sich heraus eine neue Maschine. Freilich arbeitet sie, wie auch der Organismus arbeitet. Auch wird sie „genährt", sie „verschlingt" Kohlen und wird mit Wasser „gespeist". Aber das einzige, was sie damit leistet, ist Arbeit, ihre spezifische Arbeitsleistung. Der Organismus aber braucht die Nahrung außer zur Arbeit noch dazu, abgenutzte Teile zu ersetzen und Reservevorräte sich anzulegen, er hat die Fähigkeit, die Nahrung sich stoffeigen zu machen,

Digitized by Google

in Fleisch und Blut umzusetzen. Zu assimilieren. Die Maschine ist abhängig vom Ingenieur, vom Heizer, vom Dienstpersonal, der Organismus ist Maschine und Ingenieur zugleich.

Der Darwinismus setzt also von den lebenden Wesen voraus, daß sie veränderlich sind, und daß Änderungen im Bau und Funktion eintreten bei sich ändernden Verhältnissen (d. h. Lebensbedingungen), weiter, daß diese Änderungen derart sind, daß sie die Schädlichkeiten des Milieus ausgleichen, und behauptet, daß die ganze Welt des Organischen so entstanden sei. Danach schafft also die Natur nichts Überflüssiges. Alles hat seine Bedeutung.

Hier ist der lebende Körper mit seinen vielen Fähigkeiten, dort die Außenwelt mit ihren wechselnden Beziehungen zum Körper. Wie reagiert der Organismus? Dem nachzuspüren ist die Aufgabe dieses neuen Zweiges der Wissenschaft, der Biologie des Menschen. Beschränkte man sich früher auf die Anatomie und Physiologie, auf das „Was" und „Wie" des — gesunden und kranken — menschlichen Körpers, so dröhnt uns seit Darwin das „Warum" in den Ohren. Denn wir wissen seitdem, daß wir so fragen können.

Wir wollen erfahren, nicht nur, wo irgend ein Organ liegt, wie es gebaut ist und funktioniert, sondern warum es gerade diesen Bau und diese Funktion hat, und von welcher Bedeutung diese Funktion für den Körperhaushalt ist. Unter welchen Bedingungen und Verhältnissen das Organ richtig funktioniert, und was eintritt, wenn diese Bedingungen und Verhältnisse (wenn das Organ sich ihrem Einfluß nicht entziehen kann) sich ändern. Wodurch eine Änderung der Lebensverhältnisse eintritt. Welche Rückwirkung das auf den Körper hat. Schließlich, welche praktischen Gesichtspunkte sich daraus ergeben.

Man sieht, wir sind im Fragen nicht bescheiden. Und

Digitized by Google

auf alle diese Fragen eine Antwort nur zu versuchen, freilich ist das eine Riesenaufgabe. Denn dazu gehört eine genaue Kenntnis des ganzen großen, unübersehbaren Gebietes, das Anatomen, Physiologen und die übrigen Mitarbeiter in den medizinischen Fächern nicht nur, sondern auch Botaniker, Chemiker, Zoologen mit ungeheurer Mühe und einem großen Aufwand von Scharfsinn erobert haben. Und alles das muß unter dem einen großen Gesichtspunkt betrachtet werden: was lernen wir daraus für unsere Fragestellung, was lernen wir daraus für die Wissenschaft vom Menschen?

In späteren Jahren wird vielleicht einmal eine umfassende „Biologie des Menschen“ uns Zeugnis ablegen von der gewaltigen Kraft des Menschengeistes, der diese Aufgabe bezwang, der Antwort weiß auf die tausend Fragen, die uns quälen. Heute sind wir noch bescheiden, recht bescheiden. Wir sind noch in den Kinderschuhen dieser Wissenschaft, kleben noch an der Oberfläche, kennen nur etwas von den auffälligsten Erscheinungen.

Aber getrost: Auch die Biologie wird noch ihren Newton und Helmholtz finden.

Die folgenden Plaudereien sollen nur ein kleines Bild der Art der Betrachtung geben. Es sind Bruchstücke, lose zusammenhängend. Sie können und wollen nichts völlig ausschöpfen. Nur an einigen Beispielen zeigen, wie man den Menschen auch biologisch anfassen kann. Vielleicht wird man aus ihnen auch erkennen, wie kühne Resultate die neue Betrachtungsweise zeitigt. Und wie notwendig sie ist. Denn von der Zukunft dieser Wissenschaft erwarten wir herrliche Früchte, zur Bereicherung der menschlichen Erkenntnis und zur Förderung des Menschenwohls.

Ist doch das Endziel aller Wissenschaft der Mensch!

Digitized by Google

II.

Die Modellierung der Menschengestalt.

Als das Eis des Chaos schmolz, da formte es im Zerfließen den Riesen Ymir. Ihm entstammen die übrigen Riesen, die ersten Herrscher der Welt. Das war lange Zeit, bevor es Menschen auf der Erde gab. So erzählt die nordisch-germanische Sage.

Und wo immer die sagenspinnende Phantasie Bilder schuf von Welt und Weltschöpfung, und von der Entstehung des Menschengeschlechts, da singt sie von Riesen und Riesengeschlechtern als den Urvätern der Menschheit, von Goliath und Enakskindern, von Titanen, Giganten und Cyclopen. Lag diesem Spiel der dichtenden Phantasie ein realer Hintergrund unter? War es eine Erinnerung an die ersten Tage der Menschheit? Etwa wie bei der Sintflut, die ja auch das kulturelle Gemeingut vieler Völker ist? Gab es wirklich einmal vor dem Menschen ein Riesengeschlecht?

So fragen wir. Wer gibt uns Antwort? Die einzige Stelle, wo wir uns Rat und Auskunft holen können, ist der Schoß der Erde. Dort hat die Mutter ihre Akten und Dokumente in steinernem Gefach verwahrt. Aber, soviel wir in diesen geheimnisvollen Urkunden blättern, soviel wir auch von der Urgeschichte des Menschengeschlechts erfahren mögen aus den kärglichen Aufzeichnungen, die uns Mutter Natur mit geizender Hand gewährt: von einem Riesengeschlecht meldet uns die Geschichte nichts. Und diese steinernen Protokolle reichen weit, viel weiter, als über die Zeit, deren sich die sagenfrohe Menschheit auch nur durch Überlieferung hätte entsinnen können.

So waren also diese Erzählungen, wie sie etwa der Vater abends am Herdfeuer dem heranwachsenden Geschlechte

Digitized by Google

erzählen mochte, nichts als ein loses Spiel der Phantasie? Freie, dichterische Erfindung? Aber —, das ist gerade das merkwürdige, daß sie bei so vielen Völkern wiederkehren, als Gemeingut getrennter Kulturen in den verschiedensten Ländern auftauchen. Dafür gibt's wohl nur eine Erklärung.

Auch heute noch taucht aus der Menge der gewöhnlichen Sterblichen zuweilen ein Riese auf, der die anderen um eines Hauptes Länge überragt. Solch' hervorragende Größe läßt sich heute für Geld im Panoptikum sehen. Erst kürzlich bot der Riese Machnow mit seiner Länge von 2.38 m den Zeitungsschreibern dankbaren Stoff. Heute staunt man diese Riesen an, früher wurden sie bewundert. Bewundert als das Ideal eines Menschentypus zu einer Zeit, wo noch Kraft und Stärke als die hauptsächlichsten Wertmesser der Persönlichkeit galten. Eigenschaften, die man den Riesen wegen ihrer großen Gestalt ohne weiteres zuschrieb. So mag es kommen, daß der naive Volksglaube in die frommen Sagen der grauen Vorzeit, in die Urgeschichte der Menschheit, in die er so liebevoll und zärtlich seine Ideale, Hoffnungen und Wünsche, sein Paradies und das goldene Zeitalter bettete, auch die Herrschaft seines Idealmenschen, eines Riesengeschlechtes verlegte.

Auch Zwerge erscheinen ja nicht selten. Meist armselige, bemitleidenswerte Geschöpfe, die durch eine frühzeitige Entwicklungsstörung oder auch durch englische Krankheit im normalen Wachstum gehemmt wurden. Halbe Krüppel, so wie wir auch die Riesen nicht als normale Menschen anzusehen haben. Riesen sind meist das Resultat krankhafter Störungen des Wachstums, die im Jünglingsalter einsetzen. Diese unnormale Beschaffenheit dokumentieren sie schon durch die relativ kleinen Schädel, die aufgewulsteten Lippen und Nasenflügel, die übermäßige Breite

Digitized by Google

von Brust und Hüften und ihre Widerstandslosigkeit gegen Krankheiten.

Aber seltsam! während die geologischen Funde uns nichts von Riesenvölkern berichten, stößt man überall auf Knochen und Skelette, die außerordentlich kleinen Menschen angehört haben müssen. Zwergen oder Pygmäen. Dieser Befund ist so konstant, daß man nicht von einem Zufall reden kann.*) Und diese Skelette sind nicht verkümmert, krankhaft, sondern gehörten gesunden und wohlentwickelten, kleinen Abarten des Menschengeschlechtes an. In allen Weltteilen findet man solche Skelette. Auch in Europa an den verschiedensten Stellen. Ja, aus vielen anderen Umständen muß man schließen, daß diese Zwergvölker die ursprünglichen, ausschließlichen Bewohner Europas gewesen sind. Die jetzigen Europäer existieren mit ihren Eigenschaften erst seit etwa 20 000 Jahren. Ja, noch mehr. Unter den Naturvölkern gibt es eine ganze Reihe, die noch heute solchen Zwergwuchs aufweist. So in Afrika die Abongo, Akka, Batua u. a., auf Ceylon die Weddas, Celebes die Toala, Philippinen die Negritos, ferner in Peru, Argentinien, und in manchen anderen Ländern. Das gibt zu denken. Und da diese Zwergvölker, im übrigen durchaus normal und proportioniert gebaut, auch sonst noch Zeichen einer rückständigen Entwicklung zeigen, — die Toala leben noch ganz in der älteren Steinzeit — so nehmen wir mit Kollmann an, daß die Pygmäen die Vorläufer der großen Rassen waren. Aus ihnen entwickelten sich die großen Rassen, die nicht nur körperlich, sondern auch intellektuell höher entwickelt sind.

---

*) Kollmann, Die Pygmäen und ihre systematische Stellung innerhalb des Menschengeschlechts. (Verh. d. naturf. Ges. Basel, Bd. XVI.)

Kollmann, Pygmäen in Europa und Amerika. Glob., Bd. 81, 1902.


Digitized by Google

Zwergwuchs ist natürlich nur ein relativer Begriff, an unserer Körpergröße gemessen. Pygmäenrassen haben eine Länge von 120—130—150 cm. Wie hoch unsere Körperlänge zu veranschlagen ist, — im Mittel — das läßt sich natürlich nur durch ausgedehnte zahlreiche Messungen feststellen. Und die ergibt für den normalen Mann 170, für die Frau etwa 158 cm.

Wir stutzen. Warum ist denn die Frau 12 cm kleiner? Und diese Frage führt uns auf die zweite: wovon ist denn überhaupt die Körperlänge des Menschen abhängig? Und warum sind wir gerade 170 cm groß? Warum nicht etwa 2 m?

Wodurch ist die Größe der lebenden Menschen überhaupt bedingt? Schauen wir uns um. Betrachten wir einmal die Landtiere daraufhin. Die größten sind — aufs Geratewohl — Kuh, Giraffe, Elefant, Pferd, Kamel. (Vor Jahrhunderttausenden gab es einmal noch größere Tiere, von geradezu ungeheuerlichen Dimensionen, die Saurier. Von denen wollen wir absehen.) Die erwähnten Tiere sind ausnahmslos Pflanzenfresser. Es gibt keinen lebenden Fleischfresser von annähernd derselben Größe. Die größten, etwa Löwe, Panther, Tiger, bleiben weit hinter den großen Pflanzenfressern zurück. Man kann doch hierin nicht bloß einen Zufall sehen wollen.

Die Pflanzennahrung ist reichlich vorhanden, und es ist stets serviert. Ein „Tischleindeckdich" für die hungernden Tiere. Auf jedes Individuum kommt ein gut geschüttelt Maß. Und — die Pflanzen halten hübsch still. Die Tiere können sich gemächlich daran weiden. Anders die Fleischfresser. Das ist ein stetes Hasten und Plagen und Jagen nach der behend entwischenden, in Ängsten sich rettenden Beute.

Glückssache, ob der Fuchs ein Häslein erwischt, oder der Löwe sein Lama. Wenn nicht, so müssen sie halt hungern.

Digitized by Google

Und selbst wenn sie so glücklich waren, ist die Beute noch nicht gesichert. Denn dann entbrennt der Kampf mit den weniger Glücklichen. Und das Recht des Stärkeren entscheidet die Stillung des Hungers. Die „Erwerbsverhältnisse" sind also bei den Fleischfressern unvergleichlich schwieriger. Daß eine solche Ernährungsart auf eine Tierspezies im Laufe von Generationen einen Einfluß hinsichtlich der Körpergröße erhalten kann, darf man wohl zugeben. Und damit wohl allgemein, daß zwei Faktoren der Größenbildung in Frage kommen: die Menge der auf das einzelne Individuum entfallenden Nahrung und die größere oder geringere Schwierigkeit der Nahrungsbeschaffung.

Dazu ein Drittes: Füttern wir einen Zwergpintscher noch so gut, er wird nicht größer. Es „steckt mal so drin". Als Rassenunterschied. Durch Vererbung hat sich eine bestimmte Größe fixiert, die nur sich ändern kann im Laufe von vielen Generationen durch „Zuchtwahl", d. h. fortgesetzte Paarung der größten Pintscher, eventl. mit anderen großrassigen Arten und andauernd gute und bequeme Ernährung.

Nun wir Menschen. Es erscheint gewagt, dieses Prinzip auch auf uns anzuwenden. Wir sind weder ausschließlich Fleisch-, noch Pflanzenesser, wir zählen zu den Omnivoren. Spielt bei uns die Ernährung auch eine solche Rolle? Zum Teil ja. Ich zitiere Darwin (Abstammung des Menschen): „Dafür spricht die Verschiedenheit zwischen den Körpergrößen der polynesischen Häuptlinge und den niederen Volksklassen derselben Inseln, oder zwischen den Bewohnern des fruchtbaren vulkanischen und der niedrigen öden Koralleninseln desselben Ozeans, oder endlich zwischen den Feuerländern auf den östlichen und westlichen Küsten ihres Landes, wo die Existenzmittel sehr verschieden sind." Damit allein erscheint mir das Problem nicht gelöst.

Die Japaner haben eine durchschnittliche Größe von

Digitized by Google

158,5 cm, also beträchtlich geringer als wir. Sie sind Vegetarier, Mußvegetarier, nicht aus Prinzip, äßen gern Fleisch und Fische, wenn es nicht zu teuer wäre. Im Ganzen schlecht genährt.*) Das ist aber nicht die alleinige Ursache ihrer geringen Größe.**) Es kommt noch hinzu, daß es „darin steckt" und in jahrtausendelanger Rassereinhaltung durch Vererbung festgehalten wird, als Rassemerkmal, wie beim „Zwergpintscher". Wenn die Japaner in aller Welt sich verteilten, würden sie dann unter günstigen Lebensbedingungen, bei fortgesetzter Rassenreinhaltung die Größe der anderen Rassen erreichen? Das ist eine Doktorfrage, weil sie sich für die Japaner nur theoretisch beantworten läßt. Das Experiment ist aber von einem anderen Volk gemacht worden. Von den Juden. Auch die waren klein. Sie sind auch in der Völkermischung klein geblieben. Aber an ihnen hat Grinzewitsch durch zahlreiche Untersuchungen nachgewiesen, daß ihre Körperlänge zwar stets hinter der der christlichen Bevölkerung zurückbleibt, daß sie ihr aber derart entspricht, daß, wenn diese verhältnismäßig groß ist, auch die Juden des betreffenden Gebiets verhältnismäßig größer sind.

Die Ernährungsweise — vielleicht auch andere Lebensbedingungen — spielt also bei der Entstehung der Körpergröße eine gewisse Rolle.

Körpergröße und Nahrungsfrage, das hat auch noch in anderer Beziehung Zusammenhang. Je größer der Körper, desto mehr Nahrung hat er nötig. Geschäftige Reporter berichten ja mit Wonne, welche Unmengen

*) Baelz, Berl. klin. Wochenschrift. Bd. 38. S. 689.

**) Übrigens haben umfangreiche Messungen über Jahre hinaus an über 1/2 Millionen Menschen ausgeführt, ergeben, daß die Durchschnittslänge der Japaner seit einigen Jahrzehnten mit besserer Lebensführung zunimmt. (Kamura, Stature of Japanese.)

Digitized by Google

Beefsteaks Herr Machnow verspeist. Wenn wir nun alle solche Riesen wären? Wir wollen gar nicht einmal Herrn Machnows Riesengröße, sondern nur 2 m annehmen, also eine Zunahme von 20 Prozent unserer Körperlänge. Dann müßten wir zunächst größere Häuser haben. Und größere Tische und Stühle. Und alle unsere Werkzeuge müßten größer sein. Aber auch unsere Straßen, unsere Wagen und Eisenbahnen. Kurz, unsere Kultur würde mit ganz anderem Maßstabe arbeiten. Aber wir hätten dann auch mindestens 20 Prozent Nahrung mehr nötig. Und woher nehmen? Die Nahrung wird uns so ja schon zu knapp. Und schließlich muß doch alles der Boden hervorbringen. Die Frage der durchschnittlichen Körpergröße ist in dieser Beleuchtung also auch von nationalökonomischer Bedeutung.

Aber wir vergessen, was wir fragten: Warum ist die Frau 12 cm kleiner? Bei der Geburt sind Knaben und Mädchen gleich groß. Dieses Verhältnis bleibt bis zur Jünglingszeit. Dann sind durchschnittlich beide 150 cm groß. Und nun erst verschiebt sich das Verhältnis zu Ungunsten des Weibes. Wenn Einer kleiner ist als ein Anderer, so kann das daran liegen, daß der Leib kürzer ist, oder die Beine, oder beides zugleich. Das wußte schon der so fein beobachtende Homer (Ilias III, 209—211):

> Als sie nunmehr in der Troer versammelten Kreis sich gesellet,
> Ragt im Stehn Menelaos empor mit mächtigen Schultern,
> Doch wie sich beide gesetzt, da schien ehrvoller Odysseus.

Wir sehen ein Ehepaar von gleicher Größe. Sie setzen sich. Jetzt ist „sie" größer als „er". Also hat sie kürzere Beine. Und so ist es bei allen Frauen. Sie sind „Sitzriesen". Allerdings liegt ihre durchschnittliche geringere Größe nur zum Teil an der Kürze der Beine, denn auch der Leib ist kürzer. Nur bleiben die Beine in ihrem Wachstum noch mehr zurück. Nach der Pubertät geht eben die Entwicklung der beiden Geschlechter in verschieden Bahnen vor sich.

Digitized by Google



Fig. 1. Muskelkräftiger Torso eines Mannes von hinten.

Fig. 2. Durch Fettpolster abgerundeter Torso einer Frau von hinten.

(Nach Stratz, Naturgeschichte des Menschen. Ferd. Enke, Stuttgart.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Der weibliche Körper entwickelt sich, allen Emanzipationsgelüsten zum Trotz, in der einen Richtung auf die zukünftige Mutterschaft. Die Hüften werden breiter und voller, die Brust wölbt sich, es lagert sich an manchen Stellen in reichlichem Maß Fett ab, das der Figur die so beliebten vollen und runden Formen gibt. Der Mann bereitet sich indes zu seinem Beruf vor: er muß schaffen und streben, muß wetten und wagen, sein Glück zu erjagen. Dem entsprechend werden die Knochen massig, die Muskeln straffen sich, alles eckig, robust. Auch die Beine werden länger, denn der Mann braucht sie mehr. Und nach dem Gebrauch richtet sich die Länge der Beine. Alle Organe, welche innerhalb der Grenzen ihrer physiologischen Leistungsfähigkeit stärker arbeiten, werden auch stärker ernährt und wachsen stärker.

Dieses Gesetz werden wir noch oft zu bestätigen Gelegenheit haben. Die Japaner haben sehr kurze Beine. Die Ursache ist das andauernde japanische Sitzen, oder Kauern (suwaru). Viele Wüsten- und Steppenvölker, die ihren Lebensunterhalt mühsam in tagelangen Märschen sich verschaffen müssen, haben außerordentlich lange Beine. Für die Patagonier, die langbeinigsten aller Menschen, sind Spaziergänge von 60 km eine Kleinigkeit.

Im Grunde ist also die Körperlänge des Menschen eine Magenfrage. Wenigstens klingt sie mit hinein. Bei den Tieren ist die Ernährung überhaupt das bildende Prinzip. Sie gibt ihnen das Gepräge des ganzen Baues. „Sage mir, wie du aussiehst, und ich will dir sagen, was du frißt — oder von wem du gefressen wirst.“ Wenn das Rind, das Pferd, das Schaf, ein so großes Gebiß haben, so ist es klar, daß es durch die harte Kost bedingt ist, die in mühsamer Kauarbeit zerrieben und zermahlen wird. In ihrem Urzustande, in den Wüsten und Steppen, haben

Digitized by Google

sie viele Feinde unter den großen Raubtieren. Ihre Existenz hängt ab von der Fähigkeit, die Feinde frühzeitig zu bemerken. Durch außerordentlich feine Witterung und ein scharfes Gehör. Und dann heißt's fliehen. Es gibt keine schnelleren Tiere als die Pflanzenfresser. Als ultimo ratio bleibt ihnen allerdings eine Waffe: Hörner und Hufe. So bilden die Lebensverhältnisse eine Erklärung für den Bau des Tieres.

Daß die Raubtiere ein so scharfes Gebiß und scharfe Krallen haben, daß sie gewandt, flink, schmiegsam und mit allen Künsten der List und Verstellung ausgerüstet sind, erscheint notwendig für ihr Räuberleben.

In der Tierwelt herrscht ein gewaltiger Kampf aller gegen alle, „denn ich bin groß und du bist klein." Auf dieses Recht des Stärkeren als Grundton ist die ganze Melodie des tierischen Daseins abgestimmt. Fressen, leben wollen, aber — nur nicht gefressen werden. Der Igel kugelt sich beim Nahen des tierischen Räubers zusammen, spottet: So, nun friß mich mal! Anderen Tieren gab die Natur zum Schutz die Schnelligkeit, oder wie der Biene den Stachel, oder üble Gerüche.

Nur nicht gefressen werden! Womöglich nicht gesehen werden! Dafür ist gesorgt durch Schutzfärbung (Mimicry). Zuweilen nützt auch ein kleines Täuschungsmanöver, man stellt sich tot, oder ahmt unangenehme Tiere nach, und denkt, der Räuber würde plump darauf hineinfallen!

So ist bei den Tieren die Sorge um das Leben das formende Prinzip, der „Vater aller Dinge", und das Tier trägt seine Prägung, jedes Tier, das eine zum Angriff, das andere zum Schutz.

Wie ist's mit dem Menschen? Mit festen, markigen Knochen, erhobenen Angesichts, mit freiem Blick, so steht der Mensch auf der wohlgegründeten, dauernden Erde. Er fühlt sich als Krone der Schöpfung. Als Ebenbild Gottes.

Digitized by Google

Mit stolzem Selbstbewußtsein blickt er zurück auf seine jahrtausendelange Herrschaft über die Natur. Ihm ist alles, was da lebt und webt, untertan.

Haben die Tiere ihre Waffen, sich ihr Leben zu sichern, der Mensch hat seine Intelligenz. Und sein Gehirn ist eine stärkere Waffe als die Klaue des Löwen. Waffen sind überflüssig oder eine andere Vorrichtung zur Abwehr von Feinden. Feinde? Lächerlich! Denn er bezwang sie alle, mit seiner einzigen Waffe, dem Gehirn. Und diese ersetzte alles. Denn sie gab ihm die Kultur. Sie machte ihn frei vom tierischen Kampf ums Dasein.

Aber bis zur Ausbildung dieser Höhe war's ein weiter, weiter Weg!

Die Entwicklung des Menschen. Der Leser lächelt, denn jetzt denkt er: „nun kommt's," und meint damit die Affenabstammung. O nein! Der Mensch stammt nicht vom Affen ab, das hat weder Darwin behauptet — der hat diesen Gedanken sogar energisch zurückgewiesen — noch wird irgendeiner der modernen Forscher im Ernste diese Annahme machen wollen. O nein, nicht vom Affen, viel, viel weiter zurück, von den ersten lebenden Wesen überhaupt, die einst auf unserer Erde lebten. Niederste Organismen von der einfachsten primitivsten Form. Aus ihnen entwickelte sich in wunderbarem Fortschreiten die ganze Welt der belebten Wesen. Ungläubig pflegen die Laien auch hier zu lächeln, und zu spotten über die Sucht der Naturforscher, solche unbewiesenen Hypothesen aufzustellen. Sie merken, von ihnen hängt eine Weltanschauung ab! Jawohl, eine Weltanschauung hängt davon ab. Und gerade deswegen, im Bewußtsein des Gefühls der Verantwortlichkeit vor uns und unseren kommenden Geschlechtern sagen wir: Es gibt in der ganzen Wissenschaft keine so be-

Digitized by Google

glaubigte und so sicher gestellte Hypothese als gerade die der natürlichen Entwicklung des Menschengeschlechts. Diese Hypothese hat für uns heutzutage geradezu die Bedeutung eines Axioms. Es gibt keine neue Entdeckung auf dem Gebiete der Menschen- und Tierforschung, die nicht ohne weiteres in Einklang zu bringen wäre mit dieser Auffassung. Alles was neues gefunden wird, muß sich ungezwungen in diesen Rahmen fügen lassen. Wäre diese Entwicklungstheorie nicht schon heute gefunden, auf mühseligen Umwegen, sie müßte zur Erklärung der Tatsachen erfunden werden. Die Beweise für die Richtigkeit dieser Hypothesen sind so zahlreich, daß der, der sehen will, sich in einem embarras de richesse befindet. Es geht über den Rahmen dieses Buches hinaus, solche Beweise vorzuführen,*) wir wollen die Hypothese als bewiesen gelten lassen. Denn für uns soll sie bei den folgenden Erörterungen nur die Geltung eines heuristischen Prinzipes haben, d. h. sie soll uns Hilfsmittel sein, die Einrichtungen des menschlichen Körpers zu verstehen.

Und noch ein Hilfsmittel: die embryonale Entwicklung. Alle Lebewesen nehmen ihren Ursprung aus einer einzigen Zelle, so Mensch, wie Fisch und Vogel und Walfisch. Aus einer Zelle, der Eizelle. Freilich müssen in dieser Eizelle schon die verschiedenen Möglichkeiten vorhanden sein. Aber immer ist es eine Zelle. Und diese Zelle teilt sich, wird zu 2, 4, 8, 16 usw., und die entstehende Kugel bildet eine Delle und wird Hohlkugel, faltet sich, und hebt und senkt die Falten bis zur Erreichung des Endziels. Auf diesem Wege der Entwicklung durchläuft der Embryo nach-

*) Wer sich in vorzüglicher Weise über diese Frage orientieren will, dem empfehle ich dringend die Lektüre von Klaatsch, Die Entwicklung des Menschengeschlechts. (Weltall und Menschheit, Band II) oder auch Boelsche, Die Abstammung des Menschen. Stuttgart, Kosmos. Eingeweihteren empfehle ich: Stratz, Naturgeschichte des Menschen.

Digitized by Google

einander alle die Stufen, die auch der Mensch in seiner jahrmillionenlangen Entwicklung durchlaufen hat vom ersten Urtier an. In gedrängter Übersicht, nur schwach angedeutet, wie ein dämmerndes Sicherinnern. Aber doch so deutlich, daß wir es zu erkennen vermögen. So werden wir alle. Auch die Tiere. Es gilt das große Gesetz: das Werden des Individuums wiederholt in kleinem Maßstabe den Entwicklungsgang der Stammesgeschichte. Auch der Neugeborene ist nicht etwa ein fertiger Mensch in Miniaturausgabe. Er ist noch durchaus unfertig. Trägt auch noch die Eierschalen der tierischen Entwicklung.

„Mit der Geburt ist der Mensch auf der Stufe des atmenden Urmenschen angelangt, und im ersten Lebensjahr erwirbt er die Sprache und den aufrechten Gang.“ (Stratz.)

Dieser Hilfsmittel, der Entwicklungstheorie, und der Erfahrungen der individuellen Entwicklungslehre müssen wir uns bedienen. Denn wenn man irgendein Organ des Menschen verstehen will, so muß man auf seine Entstehung zurückgehen. Wie hat es sich bei dem menschlichen Keim entwickelt? Bei welchem Tiere finden wir es wieder und mit welcher Bedeutung? Wie hat es sich hier angepaßt, verändert, umgebildet? Dabei werden wir es nicht vermeiden können, gelegentlich auf die Tiere zurückzukommen, die mit uns Menschen körperlich die größte Übereinstimmung zeigen, die Affen. Nicht als unsere Vorfahren. Denn das sind sie gar nicht. Seitensprossen einer großen Tierreihe, die sich von dem Stammbaum des Menschen abgezweigt hat. Immerhin noch entfernte Verwandte, wie wir sehen werden.

Das Hauptcharakteristikum des Menschen (rein körperlich) gegenüber den Tieren ist sein aufrechter Gang. Das unterscheidet ihn wesentlich von allen Tieren. Vielleicht einige Affenarten — Gibbon, (Hylobates)

Digitized by Google

— ausgenommen, die einige Zeit aufrecht gehen können. Dieser aufrechte Gang hat eine ganze Reihe menschlicher Eigentümlichkeiten geschaffen, die in dieser Kombination beim Tiere nicht mehr vorkommen: die gerade Streckung der Beine, die charakteristische Krümmung der Wirbelsäule und die dem Menschen eigentümliche Kopfhaltung. Die Beine sind kräftig und muskulös, um den Körper zu tragen und zu heben. Um die Wirbelsäule aufrecht zu tragen und das Becken in dieser Stellung zu fixieren, dazu bedurfte es der kräftigen Gesäßmuskeln, die in ihrer Fülle gleichzeitig ein plastisches Sitzen ermöglichen und in der wundervollen Rundung eines schwellenden Pfirsichs das Entzücken eines künstlerisch geschulten Auges bilden. Das ist spezifisch menschlich.

Aber zugegeben, der Mensch hat sich entwickelt aus tierischen Anfängen. Wie mag er dann vor der „Menschwerdung" gewesen sein? Wie mag unser Urahn, der Vorläufer des Menschengeschlechtes ausgesehen haben? Die Beantwortung dieser Frage interessiert uns nur insoweit, als sie uns Aufklärung geben soll über Bau und Funktion von Organen, die uns ohne diese Erklärung nicht mehr verständlich wären.

Kein Körperteil ist für den Menschen so charakteristisch, als der Fuß. Den fünf Zehen des Fußes entsprechen ebensoviele „Strahlen" des Fußskeletts. Die Fünfstrahligkeit der Extremitäten ist eine uralte Erwerbung der Tierwelt. Wir finden sie schon auf den Abdrücken des Chirotheriums, eines Landwirbeltieres, das vor Hunderttausenden von Jahren gelebt haben muß. Diesen fünfstrahligen Bau haben alle Wirbeltiere. Wo sie ihn nicht haben, wie die Pferde und Huftiere überhaupt, da ist er im Wechsel der Generationen zugrunde gegangen, durch einseitige Anpassung an die Fähigkeit des schnellen Laufes. Ob das gerade immer, in jeder Beziehung eine Vervollkommnung für das Tier war, läßt

Digitized by Google

sich bezweifeln. Aber gewiß ist, das läßt sich aus den Knochenfunden beweisen, die uns alle möglichen Zwischenglieder verschafft haben, daß das Pferd allmählich seine Strahlen bis zu diesem Grade verloren hat. Der Mensch hat auch seine fünf Zehen, und hat hier wieder etwas, was kein anderes Tier hat: die Großzehe ist am längsten und am stärksten. Wenn wir einen Neugeborenen betrachten, so sehen wir auch, wie diese Zehen fortwährend spielen und greifen. Auch die Naturvölker benutzen die Zehen noch zum Greifen, indem sie die Groß-



Fig. 3. Rechter Fuß des Fußkünstlers Untan (nach Klaatsch).

zehe wie einen Daumen gebrauchen. Sogar Nadeln sollen Japanerinnen mit den Füßen einfädeln können. Und wie weit es auch bei uns noch Leute in der Fertigkeit, ihre Füße als Greiforgane zu benutzen, bringen können, das kann man aus obenstehender Abbildung erkennen, die uns die Greiffüße des armlos geborenen Fußkünstlers Untan darstellen, der mit seinen Füßen aß, sich anzog, kutschierte und alle täglichen Bedürfnisse verrichtete. Freilich sind das alles Menschen, deren Fuß nicht durch fortgesetztes Einzwängen in die unnachgiebige Presse der Stiefel jede Beweglichkeit verloren hat. Aber der menschliche Fuß ist

Digitized by Google

trotzdem kein Greiforgan. Das sehen wir z. B. beim Vergleich mit dem Affenfuß. Auch der Menschenfuß ist zurückgebildet und zwar dadurch, daß die Großzehe sich an die anderen Zehen legte und so fixiert wurde. Man kann das an seiner Hand nachmachen, wenn man den Daumen an und etwas unter den zweiten Finger legt. Man erhält so auch die normale Wölbung des Fußgelenks. Und an welchen Zustand mag dies eine Anpassung gewesen sein? An das Klettern!

Der Vorläufer des Menschen muß unbedingt als kletterndes Wesen sein Dasein verbracht haben. Das wird uns immer klarer. Zumal nachdem uns Schötensacks und vor allem auch Klaatschs Untersuchungen eine große Fülle von anderen „Klettermerkmalen" an den Naturvölkern und auch an unserm Skelett nachgewiesen haben, darf wohl jeder Zweifel an dieser Voraussetzung schwinden. Diese Klettermerkmale sind Eigenschaften unseres Körpers und Skeletts, die für unseren aufrechten Gang ohne Sinn und Zweck sind, während sie bei Klettertieren eine große Bedeutung haben und hier natürlich auch gefunden werden. Auch noch andere Erinnerungen haben wir an diesen primitiven Kletterzustand im Bau und in den Eigenschaften unseres Körpers. Zunächst darf wohl die ungemein große Klettergeschicklichkeit der Naturvölker als solche Reminiszenz betrachtet werden. Und der instinktive Kletterdrang bei manchen Idioten, und normalerweise bei den kleinen Kindern, der die besorgte Mutter zur Verzweiflung bringen kann. Noch eine besondere Eigentümlichkeit unseres menschlichen Körpers scheint auf diese alte Klettergewohnheit zurückzuführen zu sein, der überaus große Reichtum der Hand und Fußflächen an Schweißdrüsen. Uns ist dieser Zustand jetzt lästig, unangenehm, jedenfalls entbehrlich. Für das Klettern aber war diese Eigenschaft geradezu notwendig, um die Reibung der glatten Handflächen zu erhöhen und die Haut weicher,

Digitized by Google



Fig. 4. Hände und Füße eines Halbaffen.
(Nach Weltall und Menschheit. Band II.)

Digitized by Google

Digitized by Google



Fig. 5. Kletternde Australier.
(nach Weltall u. Menschheit; Bd. II.)

schmiegsamer, haftbarer zu machen. Wir sehen es ja noch an den Matrosen, die in die Hände spucken, wenn sie klettern wollen.

An diesem ursprünglichen Zustand, dem allerdings der Affe am nächsten kommt, hat der Mensch noch viele Erinnerungen in seinem Bau. Aber noch weit darüber hinaus. Bis in die tiefste Urzeit hinein in die ersten Kindertage der tierischen Entwicklung. Ein volles Verständnis für Form und Funktion der Organe können wir nur gewinnen, wenn wir ihre Entstehung rückverfolgen. Dadurch erst können wir auch die rudimen=

Digitized by Google

tären Bildungen begreifen, und viele gelegentlich vorkommenden Mißbildungen.

Das, was dem Menschen das spezifische Gepräge gibt, ist das Gesicht. Dadurch unterscheiden wir ja die verschiedenen Individuen. Und der Bau des Gesichts ist bedingt durch die Schädelform. Diese wieder in der Hauptsache

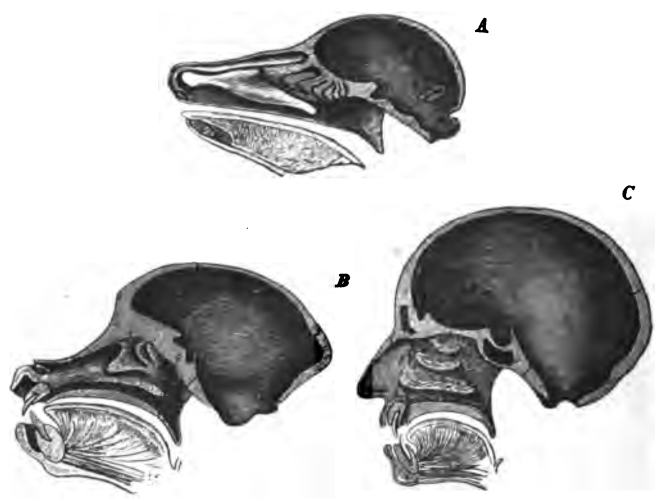


Fig. 6. Schädeldurchschnitte (nach Wiedersheim).
A) Reh; B) Pavian; C) Mensch.

durch die Ausbildung des Gehirns und die Lage von Gehirn zur Nasenhöhle. Bei höherer Entwicklung wird aus der ursprünglichen Hintereinanderlagerung eine Übereinanderlagerung. Man vergleiche dazu die Abbildungen von Reh, Pavian und Mensch. Wir sehen an dieser Abbildung auch, wie sehr unsere innere Nase, das Geruchsorgan degeneriert ist. Ein Hund würde uns geringschätzig beurteilen, wenn er wüßte, wie wenig wir riechen könnten. Die äußere Nase

Digitized by Google

ist das Vorhaus der Nasenhöhle. Ihre Form ist, wie wir wissen, sehr verschieden: sie schwankt von der kühn gebogenen Adlernase bis zur Plattnase, von der man nur die zwei Löcher sieht. Die Nasen der niederen Völker sind breiter, haben eine geringere Erhebung des Nasenrückens und der Nasenspitze. Hohe Nasen haben langgezogene, auf der Oberlippe senkrecht stehende Nasenlöcher. Das sind die Europäer. Bei den breiten Nasen der Neger, Australier, Papuas steht der längste Durchmesser der Nasenlöcher fast parallel mit der Oberlippe. Sie ist die Nase der menschlichen Embryonen, auch Neugeborene haben sie bekanntlich noch. Die Kindernasen sind nur eine provisorische Bildung, welche den bleibenden Nasenformen gewisser niederer Rassen entspricht. Baelz gibt an, daß unter den Japanern Millionen eine ganz breite, platte Nase haben, daneben finden sich aber, besonders unter den Gebildeten, den eigentlichen Kulturträgern in Japan, feine, gut gebildete Nasen mit hohen Rücken. (Ranke.)

Eine andere menschliche Eigentümlichkeit sind die Lippen. Diese roten Korallen, die verführerisch lächelnd schon so viel Unheil angestiftet haben, sind rein anatomisch Hautfalten, in denen ein Schließmuskel ruht. Dadurch erscheinen die Lippen etwas aufgeworfen. Mehr als bei den Säugetieren. Die Entstehung der Lippen ist verständlich. Sie waren zur ersten Ernährung an der Brust der Mutter, zum Fassen und Saugen, notwendiges Erfordernis. Aber bei den Tieren sind sie glatt geblieben, beim Menschen zeigen sie diese schöne, rote Wulstung. Dazu gibt uns den Schlüssel unser Sprachvermögen. Je ausgebildeter das Sprachvermögen, desto durchgebildeter wurden auch die Lippen. Man sage einmal „u“, und man merkt, wie die Lippen „arbeiten“ müssen, um diese kleine Öffnung hervorzubringen. Daraufhin beobachte man einmal unsere Kleinsten mit ihren schmalen Kinderlippchen; bei den ersten Sprechversuchen, die sich

Digitized by Google

zunächst bloß auf „a"-Silben beschränken, fällt ihnen die Mundstellung für die „U"-Bildung ungemein schwer.

Wenn die roten Korallenlippen unserer holden Schönen verführerisch zu lächeln anfangen, und dahinter die Reihe der perligen Zähne blitzt, erscheint ein neues Rätsel. Wozu die Zähne? Nun, zum Beißen. Aber sie geben uns doch eine Reihe von Rätselfragen zum Knacken.

Die niedersten Tiere, bei denen wir Zähne finden, sind die Haie. Die haben Zähne auf der ganzen Haut. Überall. Veritable Zähne. Nicht etwa, was man so nennen könnte. Die anatomische Untersuchung ergibt, daß es sich hier um echte Zahnbildung handelt. Alle nach einer Richtung gerichtet. Man streiche einmal von hinten nach vorn über Haifischhaut — Chagrin — und man wird sich davon überzeugen. Außerdem haben die Haie das ganze Maul voller Zähne, Ober- und Unterkiefer und Gaumen. Dieser Zustand wiederholt sich in derselben Weise bei vielen Fischen (Hecht z. B.), Amphibien und Reptilien. Und diese Zähne ersetzen sich immer von neuem. Alle diese Zähne sind natürlich nicht zum Kauen eingerichtet. Die Hautzähne sind selbstverständlich eine gute Schutzwaffe, die Maulzähne eine furchtbare Angriffswache, und, nach hinten gerichtet, eine scharfe Palisadenmauer, die nichts lebend zurückkehren läßt. Aus solchen Anfängen entwickelten sich die Zähne der höher entwickelten Tiere. Dadurch erscheint verständlich der Zahnersatz. Bei den niederen Tieren ersetzen sich die Zähne immerfort. Bei den höheren tritt ein sogenannter Zahnwechsel ein, der das ganze Gebiß erneuert, 1, 2 oder 3 mal. Bei dem Menschen bekanntlich nur einmal. Wir haben das also als die höchste Entwicklungsstufe anzusehen, das nur noch übertrumpft werden könnte durch e i n bleibendes Gebiß. In der Tat haben schon jetzt gelegentlich einige Menschen diese Einrichtung eines einzigen Gebisses. Die ersten Vor-

Digitized by Google

läufer einer zukünftig allgemeinen Entwicklungstendenz des Menschen.

Die Zahl unserer bleibenden Zähne ist bekanntlich je 16 im Ober- und Unterkiefer. Bei niederen Völkermassen finden wir diese Zahl sehr oft vermehrt, um einen überzähligen Schneidezahn, um einen Vormahlzahn, oder um einen vierten Mahlzahn, so daß die Anzahl sich beträchtlich vergrößern kann, bis auf 44. Das sind auch Rückerinnerungen an den reich bezahnten Zustand unserer Vorfahren. Wie unsere Zahnzahl auch jetzt noch das Bestreben hat, sich immer mehr zu verringern, das werden wir später sehen. Beim Neugeborenen (und auch bei Naturvölkern) finden wir am harten Gaumen eine Anzahl querer leistenförmiger Erhabenheiten. Wenn wir einem Hunde ins Maul sehen, finden wir diese Leisten besonders deutlich ausgesprochen. Beim erwachsenen Menschen sind sie verschwunden. Also wohl ein rudimentäres Gebilde. Um was mag es sich hier handeln? Das wird uns klar, wenn wir beobachten, wie gelegentlich auf diesen Leisten sich minimale Zahnbildungen, sog. Epithelperlen, bilden. Also die alten Bekannten. Traurige Reste einer verschwundenen Pracht, der Gaumenzähne niederster Tiere, wie wir sie beim Hai kennen gelernt haben.

Das Ohr ist auch ein rückgebildetes Organ. Bei den ursprünglichen Säugetieren hatte es gewiß eine große Aufgabe zu erfüllen: zum Schutz vor Feinden war ein scharfes Gehör notwendig, und zu dessen Unterstützung dienten die Ohren als Schallfänger („Horchlappen" nennt sie der Kasernenwitz). Sie konnten durch Muskeln bewegt werden, so wie wir es noch am Hund oder Pferd sehen. Beim Menschen sind diese Ohrmuskeln bis auf kümmerliche Reste geschwunden, jedenfalls für den Zweck des Ohrenspitzens unbrauchbar geworden. Warum? weil wir annehmen müssen, daß der Mensch sich in einer Gegend entwickelte, wo er vor der

Digitized by Google

Nachstellung wilder Tiere sicher war. Deswegen hat er ja auch keine Waffen, wie Hörner oder Krallen. Aus diesen und vielen anderen Gründen verlegt Schötensack die Heimat des Menschengeschlechts nach Australien, was sehr wohl mit allen anderen Tatsachen übereinstimmt. In genau derselben Lage befanden sich die Affen, die auch so verkümmerte Ohren haben. Die größte Rückbildung zeigen Orang und Gorilla.

Daß der Mensch in einem solchen warmen Klima seine Heimat haben muß, erscheint auch noch aus anderen Gründen wahrscheinlich. Schon zur Erklärung der Nacktheit. Ur-

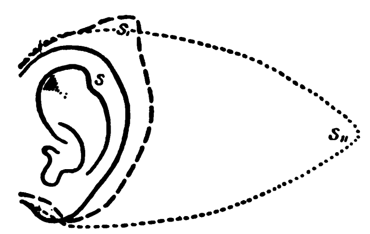


Fig. 7. Ohrmuscheln von Mensch, Pavian und Rind (nach Stratz).

sprünglich müssen wir annehmen, war auch der Mensch behaart. Gelegentliche Rückschläge sieht man ja an den behaarten Menschen, die in extremsten Fällen zu den Monstrositäten von Haarmenschen oder „Hundemenschen" führen können. Auch der Neugeborene besitzt noch ein dichtes Haarkleid. Aber das Klima allein genügt nicht zur Beseitigung des Haarkleides. Denn die Affen sind ja heute noch behaart, die unter denselben Bedingungen die Kinderstubenzeit durchgemacht haben müssen. Also müssen noch andere Faktoren mitgespielt haben. Darwin nimmt als Ursache die geschlechtliche Zuchtwahl an. Das ist möglich und wahrscheinlich. Bleibt uns nur noch zu erklären, warum die Schwarzen diese dunkle Hautfarbe haben, und wir die weiße. Damit hat das warme Klima als solches nichts zu tun, denn auch

Digitized by Google

die Eskimos sind braun pigmentiert. Aber nach den Erfahrungen, die man gelegentlich auf Gletscherfahrten sammeln kann, scheint eine Braunfärbung der Haut bedingt zu sein durch intensive Lichtbestrahlung, hauptsächlich durch Einwirkung der ultravioletten Strahlen. Es scheint sich hier ursprünglich um eine Schutzfärbung der Haut zu handeln, die dann wahrscheinlich durch Zuchtwahl fixiert ist. Übrigens bleichen die Neger in unserem Klima. Wenn man auf ihre



Fig. 8. Aufrechtgehender Gibbon (nach Ranke).

Haut die eines Weißen pflanzt (implantiert), so werden diese Hautstückchen nach etwa einem Vierteljahr dunkel.

Wir hatten oben gesehen, daß alle Organe, welche stärker arbeiten, auch stärker wachsen. Das gilt auch umgekehrt. Bei den Affen sind die vorderen Extremitäten bedeutend länger. Sie reichen herabhängend bis über das Knie. Man sieht das z. B. an der Abbildung des aufrechtgehenden Gibbon. Diese Differenz gegenüber dem Menschen beruht wesentlich auf der größeren Länge des Unterarms. Auf 100 cm Oberarm des erwachsenen Menschen kommen 73 cm Unterarmlänge, beim Gibbon über 90, ebenso beim Schim-

Digitized by Google

panse. Eine Zwischenstufe nehmen die Naturvölker ein. Noch mehr nähern sich den Affenverhältnissen die Zwergvölker, die wir schon als in der Entwicklung zurückgebliebene Rassen kennen gelernt haben. Die Wedda z. B. haben auf 100 cm Oberarm etwa 80 cm Unterarmlänge. Auch beim menschlichen Neugeborenen sind die Arme unverhältnismäßig lang. So lang wie die Beine. Im Embryonalstadium sind die Arme zeitweise noch länger als die Beine. Wir schließen daraus: die Affen machen bei ihrer kletternden Lebensweise in ausgedehnter Weise von der Tragkraft ihrer Arme Gebrauch. Sie längen sie durch diese übermäßige Arbeit. In diesem Stadium befand sich auch ursprünglich der Mensch. Deß ist Zeuge die verhältnismäßige Länge bei Naturvölkern und bei dem unentwickelten Neugeborenen, der ja so drollig frühere Entwicklungsstufen wiederholt. Je höher entwickelt die Menschen wurden, desto weniger machten sie Gebrauch von der Tragkraft ihrer Arme, desto kürzer wurden sie. So haben denn die zivilisiertesten Rassen tatsächlich die kürzesten Arme.

Der Mensch ist also das Produkt jahrtausendelanger Anpassung an die Verhältnisse, unter denen er lebt. Ich könnte noch an vielen Beispielen diese Behauptung ausführlicher beweisen. Das Thema ist unerschöpflich. Von Grund auf hat die Natur die Lebensweise geändert und Intelligenz und Kultur haben das übrige dazu beigetragen, den Menschen zu dem zu machen, was er heute ist. Eine Fülle von weiteren Kombinationen ergeben sich aus dem Zusammenwirken verschiedener Umstände. Wenn z. B. die Hände Greiforgane wurden zum Fassen und Zerkleinern der Nahrung, dann wurde dem Munde dadurch ein Teil der Arbeit abgenommen. Er könnte sich verkleinern. Weswegen auch Menschen und Affen als die einzigen greifhändigen Wesen keine Schnauze haben, sondern ihre Kiefer so verkleinern konnten. Wenn der Mensch keine Feinde hatte, dann brauchte er keine Schutz-

Digitized by Google

vorrichtungen. Das Gehör verkümmerte, ebenso der Geruchssinn. Wir sind ja wahre Riechkrüppel gegenüber den Hunden. Und unsere Augen sind soweit, daß wir bald mit Brillen geboren werden müssen.

Absolut gut ist nichts. Was die Natur auf einer Seite mit reichlicher Hand verschwenderisch schenkt, entzieht sie — als sparsame Mutter — auf der anderen. Fortschritt auf der einen ist oft Rückschritt auf der anderen Seite. Das ist auch beim Menschen so.

Als er in seinen stammelnden Kinderjahren anfing aufrecht zu gehen, da vergaß er, daß auch er einmal Vierfüßler war. Der Bau der inneren Organe war zugeschnitten auf das Schema des Vierfüßlers. Und die inneren Organe haben bis heute sich noch nicht völlig dem zweibeinigen Gang angepaßt. Das klingt paradox, und hat doch seine Richtigkeit. Eine Fülle von Krankheiten der Menschen liefert uns den Beweis dafür. Typische Menschenkrankheiten. Daß eine so große Zahl von Menschen Plattfüße hat, also Füße, die dem auf ihnen lastenden Drucke nicht gewachsen sind, so daß das Gewölbe des Fußes einsinkt, ist noch das kleinste Übel. Schlimmere Schwierigkeiten macht schon der Blutkreislauf: das Blut in den Beinen hat seine liebe Not, der Schwerkraft entgegen den Weg zum Herzen zurückzufinden. Trotz einer, an sich vorzüglich funktionierenden Hilfseinrichtung, eines eigentümlichen Ventilverschlusses durch Klappen in den Venen, bilden sich Ansammlungen von Blut in den Venen der Beine, Krampfadern, die Beschwerden und Qualen, aber auch recht böse Entzündungen bringen können. Die Wirbelsäule wird fixiert durch Muskel und Bänder. Wenn diese ermüden, und das tritt leicht ein, so ist die Folge Verkrümmung, Verbiegung und schiefe Verwachsung der Wirbelsäule.

Tritt die normale Verknöcherung spät ein, so drückt der aufrechte Gang das noch weiche Becken zusammen. Was

Digitized by Google

für ein Unglück solch ein plattes Becken für seine Trägerin ist, davon wissen Hospitäler Leidensgeschichten zu erzählen. Und alles nur durch den aufrechten Gang.

Daß darauf, und nur darauf auch die jetzt so häufige Senkung der Eingeweide mit ihren vielen Beschwerden zurückzuführen ist, die Leber-, Magen-, Darmsenkung, die Wanderniere, erscheint fast selbstverständlich. Ebenso die Mehrzahl der Unterleibsbrüche. Und vor allem ein ganzes Heer von Frauenkrankheiten, die unglückseligen Verlagerungen, Knickungen, Senkungen, Vorfälle, die das tägliche

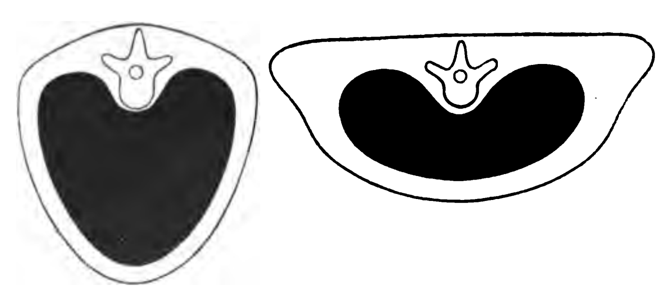


Fig. 9. Querschnitt durch den Brustkorb von Hund und Mensch.

Brot des Frauenarztes ausmachen. Aber noch eins, und dieses erscheint mir die Hauptsache. Denken wir uns einen Querschnitt durch den Brustkorb eines Vierfüßlers — etwa Hund — und eines Menschen verglichen, so haben wir folgendes Bild: Bei dem Vierfüßler eine Herzform, beim Menschen eine von vorn nach hinten abgeplattete Figur. Wie dieser Zustand entsteht, ist aus der nächsten Abbildung leicht ersichtlich. Die Rippen sind nicht starr, fest mit der Wirbelsäule verbunden, sondern in einem Gelenk beweglich. Beim Hunde und den Vierfüßlern hängen sie senkrecht herunter. Wird die Wirbelsäule, wie beim Menschen aufgerichtet, so hängen die Rippen schräg. Der obere Hohl-

Digitized by Google

raum des Brustkorbes, in dem die Lungenspitzen ihren Platz haben, wird dadurch sehr eng. Auch bei der Atmung wird dieser Raum wenig erweitert. Die Lungenspitzen werden nur mäßig durchlüftet. Resultat: Lungentuberkulose. Hier in den Spitzen beginnen die Tuberkelbazillen ihr unheilvolles Werk. Daß die mangelnde Durchlüftung in der Tat an dem Entstehen der Tuberkulose eine gewisse Schuld trägt, sehen wir z. B. bei den Rindern, wo — nach Birch-Hirschfeld — die Tuberkulose mit Vorliebe in dem von dem Pansen zusammengedrückten Lungenteil ihren Anfang nimmt. Auch

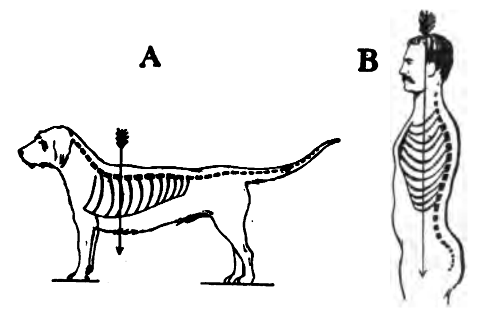


Fig. 10. Aufhängung der Rippen bei Hund und Mensch (nach Wiedersheim).

bei Frauen, die sich in der Schwangerschaft anstecken, entsteht zuweilen die Tuberkulose zuerst in den von dem übermäßig ausgedehnten Organ zusammengedrückten unteren Lungenpartien. Für gewöhnlich aber in den oberen Teilen. Und das kommt von der Enge des Brustraums. Schließlich also doch vom aufrechten Gang.

So wäre also der vierbeinige Gang zu empfehlen? Ich fühle, daß man mir diese Frage vorlegt, mit spöttischem Tonfall, und daß man mich der Übertreibung zeiht. Aber mit Verlaub! Nicht mit Gefühlen wollen wir streiten, sie bringen kein entscheidendes Argument und trüben den Blick

Digitized by Google

für freie unbeirrte Forschung. Und frei von allen Vorurteilen mag mir der Leser folgen. Selbstverständlich ist nicht der vierbeinige Zustand des Säugetieres vorzuziehen. Wir gewannen die Menschenhand durch den aufrechten Gang. Und diese Vervollkommnung läßt uns hundert Beschwerden mit Freuden tragen. Als der Mensch noch ein Kletterwesen war, da mochte er seine Hände gebraucht haben zum Klettern und Fassen der schwankenden Zweige. Vielleicht auch zum Öffnen der Früchte. Und nun lernte er seine Hände schätzen. Er machte sie ganz frei vom Boden und wandte sein Gesicht der Sonne zu.

Zum Aufschlagen der Nüsse nahm er vielleicht einen Stein. Aber das tut der Affe auch, ist nichts rein Menschliches. Aber dann kam's. Plötzlich. Als einst ihm ein Stein in passender Form fehlte, da schlug er sich selbst dies Werkzeug zurecht. Das erste bewußt geformte Werkzeug! Und krachend stürzte die Brücke zusammen, die Tier und Mensch bis dahin verband.

Bewußt geformt! Das unterscheidet den Menschen vom Tier.

Bewußt geformt! Der Mensch war geboren, die Schöpfung gekrönt!

Und über dem ersten Menschen rauschte in den Lüften das Wehen einer neuen Zeit.

III.

Im Vorhof des Lebens.

Am Wegrand im Sonnenschein ein glitzerndes Stückchen Glas. Achtlos schreitet der Fuß darüber weg. Ein Knabe hebt's auf, freut sich einige Augenblicke an dem glitzernden Glanz und wirft es verächtlich wieder fort. Ein wertloses Nichts. —

Digitized by Google

Aber der Mensch gibt dem Glas Gestalt und Form. Eine Form, berechnet nach Gesetzen, die er dem Strahl des Sonnenlichtes abgelauscht. Und in dieser neuen Gestalt wird das Glas Träger unschätzbarer Werte. Dem Auge des Schwachsichtigen erschließt es die strahlende Pracht der Welt, und läßt es sich wieder satt sehen an den ewig neuen Schönheiten des Lichts. Mehrere solcher geschliffener Gläser zusammengefaßt, und es entstehen Instrumente, die dem Forscherauge Welten öffnen. Fernrohr und Mikroskop. Das Auge hebt sich aufwärts und löst mit dem Fernrohr die Nebel in Billionen von Meilen Entfernung auf in ein Myriadenheer von Weltkörpern. Es senkt sich in die Tiefe des Mikroskops und entdeckt staunend in den staubfeinsten Teilchen eine neue Welt. Eine Welt voller Wunder, Geheimnisse und Rätsel, einen Mikrokosmus von ungeahnter, unerschöpflicher Mannigfaltigkeit der Formen. Das bedeutet eine ungeheure Erweiterung des menschlichen Gesichtsfeldes, wie dort in ewige Himmelsfernen, so hier in die Unendlichkeit des Kleinen.

Dreihundert Jahre sind es nun seit der Erfindung des Mikroskops. Mit naiver Wißbegier und immer wachsender Entdeckerfreude durchmusterten die ersten Männer, die das Mikroskop in den Dienst ihrer Beobachtungen zwangen, alles, was sich ihnen als Objekt darbot: Wassertröpfchen, Blut, Tierchen und Pflanzenteile. Des Staunens und Entzückens war kein Ende. Aber man betrachtete all dieses grenzenlos Neue mehr als verblüffendes Kuriosum, denn als Sache, ernsten Fleißes würdig. Heute denken wir anders darüber. Das Mikroskop ist uns unentbehrliches Handwerkszeug geworden, „das" Handwerkszeug der biologischen Forschung. Ihm verdankt die Biologie ihr wissenschaftliches Fundament und ihren Ausbau. Mit seiner Existenz steht und fällt jede Erforschung der Lebensprobleme überhaupt.

Digitized by Google

Schon im 17. und 18. Jahrhundert hatten Malpighi und Treviranus bei mikroskopischer Untersuchung von Pflanzen gefunden, daß in ihrem Aufbau, in ihrer feineren Struktur ein Typus sich immer wiederholte, hier etwas kunstreicher anscheinend, dort etwas einfacher, aber im Grunde immer dasselbe Bild. Ein Bild, wie es die Abbildung, die Wiedergabe eines ersten besten Pflanzenstückes uns zeigt. Das erinnert auf den ersten Blick an etwas Bekanntes, an die Zellenstruktur einer Honigwabe. Und in der Tat übertrug man dieses Bild auf den Bau der Pflanzen, man

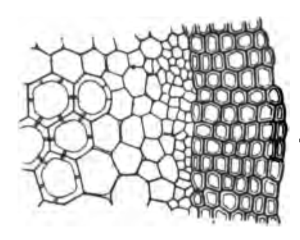


Fig. 11. Pflanzenzellen.
Teil eines Querschnittes durch einen Stengel.

sprach von den „Zellen“, die die Pflanze wie eine Honigwabe zusammensetzten. Diese Anschauung blieb bis in die erste Hälfte des vorigen Jahrhunderts.

Da überraschte — man schrieb das Jahr 1837 — Matthias Schleiden die wissenschaftliche Welt mit seiner Entdeckung, daß nicht die Zellen das wesentliche am Pflanzenaufbau seien, sondern ihr Inhalt, eine schleimige, gallertartige, schlüpfrige Masse. Das, was man bisher als die Hauptsache angesehen hatte, die Zellen der Wabe, war etwas durchaus Nebensächliches, eine Ausscheidung, eine stützende Umrahmung der erwähnten schlüpfrigen Masse. In diesem Schleim lag noch ein Häuflein anders geformter Substanz, der „Kern“. Die Gallertmasse nannte Mohl „Protoplasma“, „Urstoff“ der lebenden Substanz. Der Name

Digitized by Google

„Zelle" blieb aus alter süßer Gewohnheit, wenn auch der begriffliche Inhalt sich nicht mehr mit dem Namen deckte.

Ein Jahr später, also 1838, brachte ein anderer die Gemüter in Aufregung, Theodor Schwann, ein Arzt in Neuß. Er wies auf die Ähnlichkeit des Aufbaues der tierischen Gewebe mit pflanzlichen hin. Und kühn verallgemeinerte er, daß alle lebende Substanz aus Zellen aufgebaut sei, daß Entwicklung, Wachstum, Formenneubildung an Zellentätigkeit gebunden, daß die Zelle das gemeinsame Entwicklungsprinzip aller Organismen und aller ihrer Organe sei. (NB.: „Zelle" hier, wie von jetzt an immer sensu stricto, als organisiertes, lebendes Protoplasmaklümpchen verstanden.) Das damals auszusprechen, war kühn, unerhört, zumal da Schwann den genauen Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptungen — schuldig blieb. Er konnte den Nachweis mit den damaligen Hilfsmitteln eben noch nicht führen. Aber die Nachwelt hat ihn glänzend gerechtfertigt, hat ihm in allen Punkten vollkommen beipflichten müssen.

Jetzt wissen wir, daß alle lebende Substanz, wie sie auch sei, nur in Zellen vorkommt, daß alle Lebewesen, der Pilz sowohl wie der Eichbaum, der Bazillus wie Mensch und Löwe in allen ihren Organen aus Zellen aufgebaut sind. Sämtliche Lebenserscheinungen und Lebensvorgänge spielen sich nur in Zellen ab. Auch was wir Krankheit nennen, ist im Grunde nichts als ein in den Zellen sich abspielender Prozeß besonderer Art. Die Zelle ist demnach der Baustein, der Elementarorganismus für alles, was da lebt und webt. Mit dieser Entdeckung setzt eine neue Epoche in der Biologie, der Lehre von dem Zusammenhang der Lebenserscheinungen ein. Seitdem diese Erkenntnis allgemeine Anerkennung gefunden, gibt es eine neue Botanik, eine neue Zoologie, eine neue Medizin.

Digitized by Google

Sie sind klein, die Zellen, mikroskopisch klein. So ist es zu verstehen, daß Billionen von ihnen (eine Billion ist eine recht große Zahl!) dazu gehören, den Menschen aufzubauen. Und was der Mensch leisten möge, alles Zellentätigkeit: Wenn wir uns bewegen, oder wenn — ohne unser Dazutun — das nimmerrastende Herz das Blut durch die Adern jagt, so sind Muskelzellen tätig, ebenso wenn wir kauen, während die Geschmackszellen den Geschmack der Speisen empfinden, und die Drüsenzellen ihren verdauenden Saft absondern. Unser ganzes Denken, Empfinden, Wollen und Handeln ist an Zellentätigkeit geknüpft. Kurz, die Zellen sind von einer erstaunlichen Vielseitigkeit der Arbeitsleistung. Die Erklärung für diese Vielseitigkeit gibt uns das Mikroskop, das uns den verschiedenen und komplizierten Bau der Zellen enthüllt. Wollen wir also den Menschen als Organismus begreifen lernen, wollen wir eine Erklärung suchen für die verwickelten und komplizierten Vorgänge der menschlichen Lebensmaschine, so müssen wir unser Problem verschieben. Von dem Menschen, dem Gesamtorganismus, auf den Baustein, den Elementarorganismus, die Zelle. In ihr dürfen wir — vielleicht — hoffen, die Probleme des Lebens konzentriert vorzufinden. Und so lautet zunächst unsere Fragestellung: Was ist denn die Zelle, was leistet sie im allgemeinen, und im besonderen in diesem Verband, im Menschenleib?

— — — — — — — — — — —

Ein kleiner Teich. Vor den Straßen der Stadt. Stehendes Wasser mit einigen Wasserpflanzen. Halbwüchsige Bengel waten fest patschend mit Hallo am seichten Ufer, daß der Schlamm spritzt. Heiß brennt die Sonne vom Himmel, und in tanzendem Aufundab wirbelt summend eine Wolke von Mücken in berauschendem Genuß ihrer kurzen Lebensfreuden über dem Wasser. Alles in allem, für einen Stadtmenschen ein Anblick, der wenig ästhetische Eindrücke hinter-

Digitized by Google

läßt. Aber — eine Fundgrube für den Kenner. Wir fischen einige grüne Blätter aus dem Wasser und untersuchen, was daran sitzt. Dort, für das bloße Auge kaum erkennbar (man muß schon recht gute, unverbildete Augen haben), ein winziges, graues, schleimiges Klümpchen, etwa $^1/_{10}$—$^1/_4$ mm groß. Die Wissenschaft nennt es eine Amöbe. Solch eine Amöbe ist eine Zelle; richtiger gesagt, ein freilebendes, aus nur einer einzigen Zelle bestehendes Lebewesen. Besagte Amöbe bringen wir nun unter unser Mikroskop. Was wir sehen, ist zunächst recht herzlich wenig. Etwas rundes, fast farbloses, durchscheinendes. Der Inhalt ist etwas körnig. Und an der Außenseite, fast hätten wir es übersehen, ist eine ganz dünne, glashelle, ungekörnte Schicht. Mehr sehen wir vorläufig nicht. Jetzt setzen wir aber einen Tropfen einer Lösung irgend eines Anilinfarbstoffes (die Farbenpäckchen für Ostereier genügen schließlich schon) zu dem Wasser, in dem die Amöbe unter dem Mikroskop liegt. Das Resultat ist überraschend. Das Tier wird schön gefärbt. Aber nicht gleichmäßig, sondern wir sehen nur einen stark gefärbten ovalen Fleck innerhalb der Zelle. Das ist der sogenannte Kern. Genauere Untersuchungen haben ergeben, daß auch der Kern noch zusammengesetzt ist aus einer färbbaren und weniger färbbaren Substanz (Chromatin und Achromatin). Außer dem Kern sehen wir in der lebenden Amöbe noch oft ein kleines, helleres Bläschen, eine sog. Vacuole, die wir rhythmisch größer und wieder kleiner werden sehen. Endlich haben neuere Untersuchungen noch das Vorhandensein von „Zentralkörperchen" in jeder Zelle nachgewiesen, zwei kleinen Gebilden, die dem Kern dicht angelagert sind. Das ist der Bau einer Amöbe und, wie wir hinzufügen wollen, einer jeden tierischen (und menschlichen) Zelle überhaupt: Protoplasma mit Kern und allenfalls Zentralkörperchen.

Ist das alles, was an der Amöbe zu sehen ist?

Digitized by Google

Gemach! Wir besehen uns unsere ungefärbte, lebende Amöbe noch einmal im Mikroskop. Da hat sich das Bild verändert: die dünne Außenwand hat sich etwas vorgebuchtet. Wenn wir diesen Vorgang genauer beobachten wollen, müssen wir Geduld haben und warten. Die Natur gibt überhaupt ihre Geheimnisse nur der geduldigen Aufmerksamkeit preis. Wer sich ihr mit oberflächlichem Hinschauen, mit flüchtigem Blick naht, dem versagt sie ihre Offenbarungen. So warten wir. Nach einer Weile sehen wir, wie der Buckel sich langsam vergrößert. Jetzt zieht er sich zu einer langen Spitze aus, in die das Protoplasma hineinströmt. Immer mehr Protoplasma schiebt sich nach.

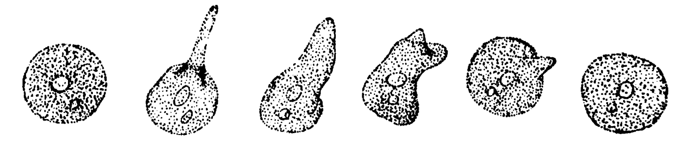


Fig. 12. Amöbe, sich durch Ausstrecken von Protoplasmafortsätzen bewegend (nach oben).

Der ganze gallertartige Klumpen fließt hinüber. Die Amöbe hat sich weiter bewegt. Und dann beginnt das Spiel von neuem. So ist die Amöbe fast immer tätig, oft nur langsam, sehr langsam, daß man Stunden lang warten muß, aber immer diese selben fließenden, schiebenden, gleitenden Bewegungen. Immer dieses selbe Wandern, ein Beinchen nach dem andern. Und wenn wir nach Stunden wieder durch das Mikroskop sehen, so ist die Amöbe verschwunden. Fortgewandert.

Stößt die Amöbe auf ihrer Wanderung auf ein Steinchen, ein Sandkörnchen oder dergleichen, so wird dies von dem weichen Protoplasma liebevoll umflossen. Und wenn sie in aller Gemütsruhe weiter spaziert, phlegmatisch, als wäre nichts geschehen, so fließt es „sich" eben wieder über

Digitized by Google

den Fremdkörper hinweg, der nun an der anderen Seite des Leibes wieder aus ihm tritt. Man findet Amöben, die geradezu vollgestopft sind mit solchen winzigen Steinchen, meist den Kieselgehäusen von Diatomeen, einzelligen Algen. Alles, was unterwegs angetroffen wird, wird konfisziert, in den weichen Leib gesteckt.

Komische Sache. Wozu das nur? Das wird uns sofort klar, wenn wir unsere Amöbe in ihren Lebensgewohnheiten weiter beobachten. Kommt sie bei ihrer Wanderung auf ein noch kleineres lebendes Wesen, ein Infusorium oder Bakterien, so wird auch dieses Gast im Amöbenleib. Aber es kommt ja nicht wieder zum Vorschein? Es verschwindet

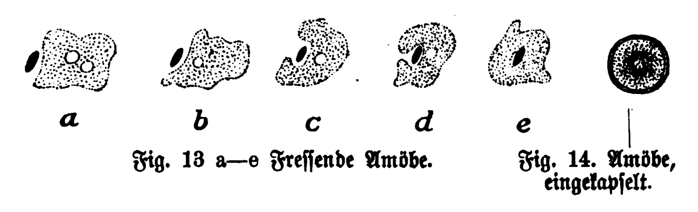


Fig. 13 a—e Fressende Amöbe. Fig. 14. Amöbe, eingekapselt.

in dem Leib. Es ist richtig und regelrecht gefressen und verdaut. Das ist nämlich Verdautwerden, das Verschwinden. Das aufgenommene Eiweiß wird in eigentümlicher Weise zersetzt, es bildet sich infolge der Verdauung Pepton. Das löst sich im Wasser des Gallertleibes und durchtränkt die ganze Amöbe. Und jetzt passiert etwas sehr merkwürdiges. Aus dieser Nährlösung wird neues, lebendes Protoplasma hergestellt, das zwischen die Teilchen des vorhandenen eingelagert wird. Und die Amöbe wandert weiter und stopft alles, was sie antrifft in ihren nimmersatten Leib. Verdauliches und Unverdauliches. Sie stopft sich einfach voll. Es wird sich dann schon herausstellen, was verdaut werden kann. Es ist klar, daß sie auf diese Weise mit unverdaulicher Kost vollgestopft verhungern kann, und in der Tat ist es ein

Digitized by Google

drolliges Experiment, sie mit solchen Sachen zu „füttern“. Schließlich verhungert sie mit übersattem Leibe. Aber alles, was Eiweiß ist (freilich nur dies!) wird verdaut. Und dann wächst die Amöbe natürlich. Wächst und wächst, bis — nun, das werden wir an unserer Amöbe bald sehen.

Bis dahin eine andere Frage. Warum in aller Welt frißt sie denn? Die Frage erscheint dumm. Aber wenn man nicht die billige Antwort darauf geben will: weil sie sonst verhungert, so wird das Antworten nicht gar so leicht. Das kommt so: Alles Leben ist Bewegung. Auch im Protoplasma der Amöbe sehen wir stetes Strömen, unaufhörlich, immer zu, ohne das ist Leben nicht denkbar. Aber, wo Bewegung ist, da wird Kraft verbraucht, im anorganischen nicht nur, sondern ebenso im Reich des Organischen und Organisierten. Dazu kommt, daß die Amöbe ihre Ausläufer fortwährend ausstreckt, daß sie rastlos wandert. Sie erleidet also einen Verlust an Kraft, oder was dasselbe ist, an — Leibessubstanz. Denn diese muß erst durch ihren Zerfall die Quelle der Kraft werden. Die Folge der Bewegung ist also Substanzverlust, Gewichtsabnahme, schließlich, wenn das zerfallende Material nicht ersetzt wird, Tod. Um nicht zugrunde zu gehen, muß daher die Amöbe ihre Leibessubstanz zu erhalten suchen. Das tut sie, indem sie unaufhörlich frißt. Ein circulus vitiosus: indem sie Nahrung sucht, muß sie sich bewegen, und weil sie sich bewegt, Kraft verbraucht, muß sie Nahrung suchen.

Aber mit dem Fressen allein ist es nicht getan. Wenn Kraft verbraucht wird, wird Material verbraucht. Verbraucht heißt hier verbrannt. Genau so wie bei der Dampfmaschine, die verschlingt, wenn sie arbeiten soll, auch Kohlen, aber auch diese müssen verbrannt werden. Und bei der Verbrennung verbrauchen die Kohlen Sauerstoff, den Sauerstoff der Luft. Genau so die Amöbe. Auch sie hat zur Verbrennung ihres Eiweißmaterials Sauerstoff nötig, der in

Digitized by Google

der Luft reichlich (zu etwa 21% derselben) enthalten ist. Dieser tritt durch die dünne Außenhülle in die Amöbe ein. Und wie bei der Verbrennung von Kohlen Kohlensäure entsteht, so auch in der Amöbe: Sauerstoff wird aufgenommen, Kohlensäure wird als unbrauchbar abgegeben. Das nennen wir bei den lebenden Wesen eben Atmung.

Die Analogie mit der Kohle geht noch weiter. Wenn wir ein Stück Kohle verbrennen, so entwickelt es eine große Hitze. Wärme entwickelt die Amöbe auch; wenn wir sie auch nicht direkt bei ihr nachweisen können, so hat man die Wärmebildung doch bei anderen einzelligen Lebewesen schon als Folge des Lebensprozesses konstatiert.

Also fressen, verdauen, atmen kann unsere Amöbe. Diese Fähigkeiten bilden die Bedingungen eines „Stoffwechsels". Man unterscheidet den aufbauenden Stoffwechsel, die Assimilation, der in der Gleichmachung der eingeführten Eiweißstoffe besteht, von der Dissimilation, der fortwährend vor sich gehenden Zersetzung.

Lebendes Protoplasma ist die unbeständigste Substanz. Es ist nicht dasselbe in zwei aufeinanderfolgenden Sekunden. Es zersetzt sich, um ersetzt zu werden, und wird ersetzt, um sich zu zersetzen.

So wird die Amöbe kleiner, dünner, wenn sie nicht Nahrung genug zu sich nimmt, und wächst und wächst, wenn sie mehr aufnimmt, als ausgibt.

Wächst und wächst, bis sie nicht mehr wachsen kann. Bis der Protoplasmaklumpen zu groß wird, um atmen zu können. Denn der Sauerstoff, der von außen in die Zelle tritt, kann eine zu große Kugel nicht mehr genügend durchdringen. Also — teilt sich die Zelle. Freilich ist das ein komplizierter Vorgang, an dem das Chromatin des Zellkerns hauptsächlich beteiligt ist. Der Kern teilt sich zuerst und jeder von den beiden Kernen umgibt sich mit einer gewissen Menge Protoplasma. So sind zwei kleinere Amöben ent-

Digitized by Google

standen. Und das Spiel beginnt von neuem. Das ist die ganze Fortpflanzung der Amöben. Die kleinen Amöben fressen, verdauen, ersetzen das sich zersetzende, wachsen, teilen sich wieder, und so geht es ad infinitum weiter. Das Elterntier stirbt also nicht, es geht durch Teilung in der Nachkommenschaft auf. Wenn eine Amöbe nicht getötet wird, oder sonst einen gewaltsamen Tod erleidet, ist sie unsterblich. Eine jede beginnt ihr Leben mit der Hälfte der elterlichen Zelle und geht ganz in den Tochterzellen auf. So reiht sich Leben an Leben und für den Tod als Naturerscheinung, als schließliches Sterben, bleibt kein Raum.

Noch etwas anderes ist bei dieser merkwürdigen Art der Fortpflanzung auffallend. Bei allen höheren Tieren und Pflanzen ist zur Hervorbringung der Nachkommenschaft die Vereinigung von Bestandteilen eines männlichen Individuums mit entsprechenden eines weiblichen Individuums nötig, der Samenzellen mit den Eizellen, hier geschieht die Vermehrung durch „ungeschlechtliche" Teilung. Und doch, auch die einzelligen Lebewesen, am primitivsten die Amöbe, viel deutlicher schon gewisse Infusorien (z. B. Paramaecium), zeigen neben der normalen ungeschlechtlichen Vermehrung schon eine Erscheinung, die wir unbedingt als geschlechtliche Fortpflanzung bezeichnen müssen. Zwei Individuen, die man als Gameten bezeichnet, verschmelzen, tauschen Kernsubstanz aus, trennen sich dann wieder, um nun sich ungeschlechtlich weiter zu vermehren. Das geschieht durch mehrere Generationen, dann macht sich wieder das Bedürfnis nach einer Hochzeit geltend.

Unterbleibt diese Vereinigung, pflanzen die Infusorien sich dauernd ungeschlechtlich fort (was viel rascher eine große Nachkommenschaft hervorbringt), so sehen wir, daß allmählich die Nachkommenschaft degeneriert, kleiner und widerstandslos wird, und bei der geringsten Ungunst der

Digitized by Google

Verhältnisse, der Witterung oder Temperatur zugrunde geht.

Nach dieser indiskreten Abschweifung in das Liebesleben dieser Einzeller wenden wir uns wieder zum Mikroskop, zur weiteren Betrachtung der Amöben. Da scheint ja unterdessen wieder etwas Besonderes passiert zu sein. Statt der Amöben sehen wir runde Kugeln mit dicker Schale. Wir untersuchen den Objektträger, auf dem sich der Tropfen mit den Amöben befindet. Richtig, es ist dasselbe Präparat, aber — eingetrocknet. Und an den eingekapselten Amöben keine Lebenserscheinung. Das Protoplasma ruht und sendet keine Fortsätze aus. So steht auch die Verdauung still und die Atmung. Das Leben schlummert. Wir setzen einen Tropfen Wasser zu und langsam beginnt es sich wieder zu regen. Das Protoplasma sprengt die dicke Kapsel und sendet seine Fühler wieder aus. Die Uhr war aufgezogen, aber es fehlte der Anstoß am Perpendikel, der das Werk in Betrieb setzte. Dieser schöne und treffende Vergleich stammt von Preyer. Das Wasser setzte das Uhrwerk wieder in Bewegung. Was wir hier bei den Amöben sehen, die eine Austrocknung in der Regel nicht lange aushalten, können wir viel schöner noch bei einigen anderen Lebewesen, Rädertierchen und Bärentierchen beobachten, die eine Eintrocknung auf Monate vertragen, bis allerdings schließlich das Leben definitiv erlischt, denn ohne Wasser ist auf die Dauer kein Leben denkbar.

Noch eines geht aus dieser Beobachtung hervor: Zweifellos ist diese Einrichtung, eintrocknen, die Lebenstätigkeit einstellen und durch Wasserzusatz wieder zum Leben zurückkehren zu können, von Vorteil für diese primitiven Lebewesen. So ein Wassertümpel ist ja der Gefahr des Austrocknens nur zu sehr ausgesetzt, und mit dem Trocknen wäre das Leben von Millionen dieser niederen Lebewesen gefährdet, wenn nicht eben diese Schutzvorrichtung wäre.

Digitized by Google

Wir haben soeben ein Experiment angestellt, indem wir den ausgetrockneten Amöbenleib benetzten. Wir wollten dadurch die Natur zwingen, uns eine Antwort auf unsere Frage zu geben, unsere Wißbegier zu befriedigen. Diese Methode des Experimentierens an lebenden Wesen, an niederen wie höheren ist eine außerordentlich fruchtbare. Ohne sie wären wir bezüglich der Lebenserscheinungen nur auf das angewiesen, was unserer Beobachtung der Zufall böte. Mit Hilfe des Experimentes können wir willkürlich eine Antwort erzwingen auf das, was wir wissen wollen.

So fragen wir, wie verhalten sich diese einzelligen lebenden Wesen gegenüber der Wärme? Zu dem Zweck dient uns ein Experiment: wir erhitzen den Objekttisch, auf dem sich die Amöbe befindet. Die Antwort finden wir durch Beobachtung: wenn wir von der gewöhnlichen Temperatur ausgehen, so finden wir bei langsamer Erwärmung, daß die Bewegungen sehr viel lebhafter werden. Sie steigern sich zu sehr raschem Fließen der Amöbe, bis sie bei etwa 35° zusammengeballt liegen bleibt. „Wärmestarre." Kühlen wir jetzt wieder ab, so tritt das Umgekehrte ein: rasche, dann langsame, „normale" Bewegung. Wir kühlen weiter ab. Die Bewegungen werden immer langsamer und langsamer. Wir müssen schon minutenlang, stundenlang warten, um eine Bewegung wahrzunehmen. Bei 0° hört alle Bewegung auf, „Kältestarre". Nicht aber das Leben, denn wir können durch Erwärmen die Bewegungen wieder hervorrufen. Längeres Verharren auf 0° oder auf 35° bedingt den Tod, d. h. wir können jetzt die Amöbe nicht wieder dahin bringen, Lebenserscheinungen zu zeigen.

So hat ein jedes Lebewesen sein Temperaturmaximum und -minimum, innerhalb dessen sich das Leben abspielt, den Temperaturspielraum, der bei den verschiedenen Lebewesen verschieden ist, dessen Überschreiten unweigerlich den Tod nach sich zieht. Die Grenze für das Minimum fand

Digitized by Google

Pictet bei Fröschen bei einer Temperatur von —28°, bei Schnecken sogar bei —120°, ja Bakterien überstanden sogar eine Temperatur von —200° C!*) Umgekehrt hat sich gezeigt, daß gewisse Bakteriensporen sogar eine Temperatur von +100° C längere Zeit ertragen können, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüßen. Für alle lebenden Wesen gibt es aber innerhalb des Temperaturspielraums ein Optimum, bei dem die Lebenserscheinungen am besten von statten gehen.

Beim Paramaecium, einem einzelligen Infusorium kann man finden, daß die einzelnen Individuen bei einseitiger Erwärmung des Gefäßes, in dem sie sich befinden, über 24—28° C nach der kälteren Seite sich begeben, während beim Sinken unter diese Temperatur sie wärmere Punkte aufsuchen. Aus diesem Versuche geht hervor, daß das Paramaecium nicht nur Temperaturdifferenzen fein zu unterscheiden weiß, sondern auch bei freigestellter Wahl die Temperatur bevorzugt, und aufsucht, die für seine Lebenstätigkeit am vorteilhaftesten ist. Wie wir diesen Versuch auch auffassen mögen, eine „Empfindung" im primitivsten Sinne ist diesem Einzeller nicht abzusprechen. Und dieses „Empfinden" weckt eine Reaktion, die zwischen den verschiedenen Lebensbedingungen wählt und die momentan beste aufsucht, ungünstige flieht: das ist die Psychologie der Zelle.

Dasselbe finden wir bei gewissen Bakterien. Eine Bakterienart, das bacterium photometricum zeigt bei Licht lebhafte Bewegungen, im Dunkeln liegt es ganz still. Läßt man in geeigneter Vorrichtung auf eine Kultur dieser Bak-

---

*) Zitiert nach Verworn, Allg. Physiologie, Jena 1903, das zu diesem Abschnitt reichlich benutzt ist. Außerdem ist benutzt Parker, T. J., Vorlesungen über elementare Biologie, Braunschw. 1895, Schenck, Physiol. Charakteristik der Zellen, Würzb. 1899 und viele kleinere Abhandlungen und Mitteilungen aus fachwissenschaftlichen Zeitschriften.

Digitized by Google

terien das Sonnenspektrum, das in seine farbigen Bestandteile zerlegte Sonnenlicht fallen, so wandern diese Bakterien teils ins Ultrarot, teils ins Orange und Gelb. (Engelmann.)

Unter dem Mikroskop kann man sich leicht von der Einwirkung des Lichts auf einzellige Lebewesen überzeugen: bei mäßiger Beleuchtung sammeln sie sich am hellen, dem Licht zugewandten Rande des Tropfens. Bei sehr heller, greller Beleuchtung fliehen sie und sammeln sich an der entgegengesetzten dunkleren Seite.

Und genau in derselben Weise suchen diese winzig kleinen Vertreter der Lebewesen ihre Fähigkeit, die günstigsten Bedingungen für ihren Lebensunterhalt aufzufinden, auch auf anderem Gebiete zu verwerten. So steuern sie von weitem auf die Stelle zu, wo Sauerstoff, die Lebensluft zu finden ist, in geradezu überraschender Weise. Auch durch Chemikalien lassen sie sich anlocken, wenn sie sie für ihren Körperaufbau verwerten können, oder sonst Vorteil von ihnen haben, und fliehen vor ihnen, wenn sie geschädigt werden können.

Wir sahen vorhin bei der Amöbe, daß sie wahllos ihre Nahrungsstoffe sich „einverleibt". Und doch geht diese Nahrungsaufnahme bei genügendem Vorrat verschiedenen Nährmateriales nicht so ganz kritiklos vor sich. Wenigstens haben viele Arten einzelliger Wesen die Fähigkeit, sich ihre Nährsubstanzen auszusuchen. Bei gleichzeitiger Anwesenheit verschiedener Nährstoffe wird fast stets derjenige zuerst in Angriff genommen, der den größten Nährwert besitzt, aus welchem am meisten organische Substanz, die größte Ernte erzielt werden kann. Nach Verbrauch dieses Stoffes gehen sie an die Verarbeitung des Nächstbesten und so fort. Freilich geschieht das nicht immer, und auch nicht immer in dieser strengen Reihenfolge, aber uns genügt zu wissen, daß so etwas vorkommt.

Wenn wir ein einzelliges Wesen eines „unnatür-

Digitized by Google

lichen" Todes sterben lassen, oder vielleicht viele dieser einzelligen Wesen, so fangen sie an zu faulen. Wir spüren es mit der Nase. Und unter dem Mikroskop können wir den Fäulnisprozeß verfolgen: eine Menge anderer einzelliger lebender Wesen, Fäulnisbakterien, in Millionen und Abermillionen von Einzelindividuen sehen wir in diesem toten Material wühlen und sich davon nähren. Woher kommen sie so plötzlich? Sind sie aus dem toten Material entstanden, wie man früher meinte? Nein. Diese Fäulnisbakterien sind überall verbreitet, in der Luft, im Wasser, im Staub, überall. Und überall finden sie ihre Nahrung, weil bei der unendlichen Verbreitung der lebenden Wesen auch überall abgestorbene Substanz zu finden ist. Und bei diesem Überfluß an Nahrung vermehren sich die Bakterien in erstaunlich rascher Weise. Wo eben noch hundert zu zählen waren, findet man nach Stunden Millionen und Millionen. Das Resultat ist Fäulnis. Was uns so unangenehm auf die Geruchsnerven fällt, sind Substanzen, die bei der Verdauung des toten Eiweißmaterials als Stoffwechselprodukte auftreten.

Und nun fragen wir uns: wenn überall Fäulnisbakterien zu finden sind, warum werden die lebenden Amöben nicht von ihnen angegriffen? Warum faulen sie nicht? Denn Tatsache ist, daß ihnen die Fäulnisbakterien nichts anhaben können, daß sie, um einen modernen Ausdruck zu gebrauchen, „immun" sind gegen deren Angriffe. Dieses Gefeitsein erklärte man sich früher so, daß die „Lebenskraft" das hindere. Heute begnügen wir uns mit dieser Erklärung nicht mehr. Denn wir sehen, daß die „Lebenskraft" das Bakterium nicht schützt, wenn eine Amöbe sich ihm naht. Dann wird es von der Amöbe gefressen und verdaut. Das ganze Geheimnis besteht darin, daß schon die Amöbe einen Stoff absondert (ein „Ferment"), das die zersetzende Wirkung der Lebenstätigkeit des Bakteriums

Digitized by Google

aufhebt. So kann dieses ohne Schaden in den Leib aufgenommen und gefressen werden. Das Bakterium der Fäulnis kann sich nur an wehrlosem Material vergreifen, aus ihm seine Nahrung zum Körperaufbau beziehen.

Wir haben gesehen, daß die Infusorien sich durch Licht anlocken lassen. Langsam begeben sie sich an den Ort der ihnen zusagenden Lichthelligkeit. Neuere Untersuchungen haben nun gezeigt, daß, wenn man diesen Versuch wiederholt, die Reaktion auf das Licht rascher vonstatten geht, und bei einem dritten Male noch rascher. Das wäre also eine Art von durch „Übung" erlangter Fertigkeit. Wir müssen uns das etwa so denken, daß durch den ersten Lichtreiz, der eine Reaktion hervorrief, eine gewisse Umstimmung in der Zelle hervorgerufen wurde, — zur Vorwärtsbewegung mußten etwa die Protoplasmateilchen eine besondere Lage einnehmen — die nun bei der zweiten Reizung schon vorhanden war, so daß Zeit gewonnen wurde. Die Zelle arbeitet ökonomisch, geht sparsam mit ihrer Kraft um.

Wird irgendeine Reizung, wodurch die Zelle zu einer Bewegung veranlaßt wird, sehr oft und kurz hintereinander vorgenommen, so sehen wir die Bewegungen schließlich langsamer werden, zuletzt sind sie gar nicht mehr auszulösen. Nach einiger Zeit gelingt es wieder. Wir kennen das als *Ermüdung* oder *Erschöpfung*, und *Erholung*. Wir wissen, daß die Zelle zur Kraftleistung Protoplasma verbrennt, das sie durch Nahrung ersetzt. Bei dieser Verbrennung entstehen, wie wir wissen, Stoffe, „Verbrennungsschlacken", die für das Individuum selbst unzuträglich, giftig sind. Die Anhäufung solcher Stoffe bedingt die Ermüdung. Wird bei dieser Ermüdung aller vorhandener verbrennbarer Protoplasma-Vorrat verbraucht, so wird die Zelle „erschöpft". Erholung besteht darin, daß in der Ruhe die durch Ermüdung gebildeten Stoffe entfernt und durch

Digitized by Google

Nahrungsaufnahme neues brauchbares Material angesetzt wird. Jetzt hat die Zelle sich erholt, sie ist zu neuen Leistungen fähig.

Rekapitulieren wir in großen Zügen, was wir über die Lebensfähigkeiten dieser niedersten Lebewesen, die nur aus einer einzigen Zelle bestehen, erfahren haben: Die freilebenden einzelligen Lebewesen haben einen Stoffwechsel, sie atmen, nehmen Nahrung auf und scheiden unbrauchbares aus. Sie pflanzen sich fort durch einfache Teilung, ungeschlechtlich, unter gewissen Bedingungen auch geschlechtlich durch Verschmelzung zweier Individuen. Sie haben die Fähigkeit zu einer — wenn auch meist noch sehr unvollkommenen — Bewegung. Der Ablauf der Bewegung kann ökonomisch gestaltet werden durch Übung. Ermüdung und Erschöpfung werden durch Erholung überwunden. Gegenüber den wechselnden Lebensbedingungen können sie ihr Dasein behaupten durch Flucht vor ungünstigen, Aufsuchen von günstigen Lebensverhältnissen (Nahrung, Licht, Wärme). Sie behaupten ihr Leben soweit möglich gegen konkurrierende Wesen. Bei Unmöglichkeit zu fliehen kapseln sie sich ein oder kugeln sie sich zusammen, bis günstigere Lebensbedingungen eintreten.

Noch bleibt uns eine Frage übrig. In welcher Weise sind die verschiedenen Teile der Zelle an ihren Lebensäußerungen beteiligt? Festgestellt ist zunächst, daß die Zentralkörperchen mit dem eigentlichen Leben der Zelle nichts zu tun haben, sondern nur bei der Fortpflanzung und Teilung eine Rolle spielen. Aber welche Aufgabe hat das

Digitized by Google

Protoplasma, welche der Kern? Es ist einer Reihe von Forschern (Nußbaum, Gruber, Balbiani, Hofer, Verworn) gelungen, einzellige Lebewesen zu teilen in ein kernhaltiges Stück und ein protoplasmatisches ohne Kern. Aus der Beobachtung dieser Teile geht hervor, daß der kernlose Teil wohl noch einige Zeit die Fähigkeit hat, sich zu bewegen, auf Licht, Wärme und andere Reize zu reagieren, daß er aber Nahrungsstoff nicht verdauen und umwandeln kann, so daß er bald zugrunde geht. Der kernhaltige Teil kann sich wieder zu einer ganzen Zelle ergänzen, vorausgesetzt, daß er noch genügend leistungsfähiges Protoplasma zur Verfügung hat.

Das erscheint „zweckmäßig". Denn die äußeren, protoplasmatischen Teile der Zelle haben den Verkehr mit der Außenwelt zu vermitteln. Sie haben die Fähigkeit der Bewegung und können vor Schädlichkeiten fliehen, nützliche Lebensbedingungen aufsuchen. Aber sie sind eben wegen ihres Verkehrs mit der Außenwelt auch am ehesten den Schädigungen ausgesetzt. Wenn sie nun Schaden erleiden, wäre die Zelle dem Untergang geweiht, wenn nicht der innere Teil, der Kern, die Fähigkeit hätte, das Protoplasma zu ersetzen.

Der Kern ist also der kleine Ingenieur, der die Protoplasmamaschine in Ordnung hält, Reparaturen vornimmt und den Stoffwechsel regelt. Er kann aber ebensowenig ohne Protoplasma ein selbständiges Leben führen, als dieses ohne Kern. Beide sind aufeinander angewiesen.

Bei dieser wichtigen Rolle, die der Kern spielt, ist es erklärlich, daß wir ihn, auch im Verband des lebenden Körpers immer an der Stelle der Zelle finden, wo das lebhafteste Wachstum vor sich geht.

Nun ist der Kern nicht das einzige, was man in der Zellmasse unterscheiden kann. Bei der Betrachtung der Amöbe fanden wir z. B. noch eine Vacuole, die sich rhyth-

Digitized by Google

misch zusammenzieht. Früher hielt man diese Gebilde für hohle oder luftgefüllte Räume. Heute weiß man, daß sie mit Flüssigkeit gefüllt sind. Bei jeder Zusammenziehung der Vacuole wird nun ein Teil der Flüssigkeit herausgequetscht, nach außen entleert. Wir haben hier also gewissermaßen ein Organ, das zur Ausscheidung von Stoffen dient. Andrerseits gibt es Vacuolen, bei deren Zusammenziehung durch feine Kanälchen Saft in die ganze Protoplasmamasse verteilt wird. Auch dieses zieht sich rhythmisch zusammen und es steht nichts im Wege, dieses Gebilde als das „Herz" der Zelle aufzufassen.

Damit ist aber die Reihe der „Organe", die wir an Zellen beobachten können, nicht erschöpft. Eine ganze Reihe lebender einzelliger Wesen hat seine soziale Lage dadurch wesentlich verbessert, daß es die Scheinfüßchen, die Pseudopodien, die die Amöbe mit Schwierigkeit und Mühe ausstreckt, dauernd außerhalb des Leibes beläßt. So erscheinen sie wie lange Geißeln und in wirbelnder Bewegung treiben sie wie Ruder ihren Leib schwimmend durch das Wasser. Bei anderen „Einzellern", dem Paramaecium z. B. hat man innerhalb der Protoplasmamasse einen richtigen Verdauungskanal gefunden, einen bestimmt vorgezeichneten Weg, auf dem das gefressene Eiweißklümpchen aufgenommen und verdaut wird, während die Reste aus einem bestimmten Punkt, der Ausscheidungsöffnung, wieder abgeschieden werden. Bei gewissen einzelligen Wesen hat man sogar schon eine Trennung des Protoplasmas in einen Leib, der frißt und verdaut, und einen Stiel, mit dem sich die Zelle anhaftet, gefunden. Sobald sich dem „Leib" ein Feind naht, zieht sich der Stiel plötzlich zusammen. Also Empfindung, Vermittlung der Empfindung und — zweckmäßige — Reaktion. Ja, man hat sogar bei Einzellern, wie bei Euglena, eine eigentümliche Absonderung im Protoplasma gefunden, die man als „Auge", als ein allerdings äußerst primitives

Digitized by Google

Organ zur Unterscheidung von Lichtqualitäten betrachtet. Die Zukunft der Zellenforschung wird uns noch manche Enthüllungen über den komplizierten Aufbau des Zellprotoplasma bringen.

Als die Chemie im ersten Beginn ihrer erfolgreichen Siegesbahn war, vor etwa 150 Jahren, überschätzte sie, kühn gemacht durch die großen Erfolge, die ihr mühelos in den Schoß fielen, ihr Können und ihre Grenzen. Sie hielt den Tag nicht für fern, wo es ihr gelingen würde, lebende Wesen durch Kristallisation zu erzeugen. Goethe verspottet das im Faust:

„Was man an der Natur Geheimnisvolles pries,
Das wagen wir verständig zu probieren.
Und was sie sonst organisieren ließ,
Das lassen wir kristallisieren."

Tatsächlich glaubte man den Menschen, den Homunculus darstellen zu können. Freilich gelang das nicht. Aber die Automaten von Vaucanson, Enten, die sich bewegen, schwimmen und fressen konnten, der Klavierspieler von Droz, der nach dem Spielen das Notenbuch zuklappte, und seine Verbeugung vor dem Publikum machte, sie wurden ganz ernst genommen, als erste Versuche, „lebende" Wesen darzustellen.

Heute schütteln wir den Kopf über diese Torheiten, und lachen überlegen. Aber — die Vaucansonschen Enten spuken noch. Hatte man ursprünglich den Homunculus herstellen wollen, war man bei diesen Versuchen schließlich auf Enten von Blech mit Uhrwerken gekommen, so versucht man heute allen Ernstes Zellen herzustellen. Mit Hilfe von Seife, Öl, Leim, Chloroform und ähnlichen Chemikalien. Nun wohl, es mag sein, daß physikalische und chemische Gesetze in und an Zellen walten. Möglich auch, daß sämtliche Lebenserscheinungen schließlich auf physikalisch-chemische Kraftwirkungen zurückzuführen sind. Möglich ferner, daß

Digitized by Google

es gelingt, die eine oder die andere Lebenserscheinung, die wir an Zellen beobachten, als durch rein mechanische Kräfte bedingt nachzuweisen und an totem Material nachzuahmen. Aber daß es gelingen sollte, aus chemischen Substanzen ein Etwas zusammenzubrauen, das die unendliche Vielheit und Mannigfaltigkeit in sich trägt, die schon aus dem Amöbenleib verwirrend sich uns entgegendrängt, das zu glauben, mute man uns nicht zu.

Denn so erdrückend ist die Fülle der Erscheinungen schon in der Zelle, daß man überhaupt daran verzweifelt, in ihr die Probleme des Lebens lösen zu können. Im Anfang der naturwissenschaftlichen Forschung glaubte man in das ewige Geheimnis des Lebens Licht bringen zu können, wenn man Menschen und Tierkörper genau und eingehend studierte. Man sah die Unmöglichkeit ein, auf diese Weise weiter zu kommen, und verschob das Problem auf die Zelle. Und heute stehen wir wiederum vor einer Grenze. Auch in der Zelle finden wir die Lösung dieses Problems, an dem unser ganzes sehnsüchtiges Verlangen hängt, nicht.

Die letzten Lebenseinheiten sind auch die Zellen nicht. In ihnen ist schon eine Vielseitigkeit der Arbeitsleistungen und der Arbeitsteilungen zwischen den einzelnen Protoplasmamolekülen, daß wir noch einmal das Problem verschieben müssen auf noch einfachere Elementarbestandteile, als die formlose, schleimige Masse des Zellenleibes sich uns zeigt. Tatsächlich ist das auch die Forderung einiger bedeutender Forscher. Aber wo diese „physiologischen Einheiten" finden, von denen jeder moderne Zellforscher sich eigene Bilder mit eigenen Namen entwirft? Wo soll man Darwins Gemmulae, Altmanns Granula, de Vries' Pangenen, Haeckels Plastidulen, Naegelis Micellen usw. in der Zelle suchen?

Je mehr wir uns in das Lebensproblem vertiefen, desto größer wird die Fülle der Rätsel, die uns wie un-

Digitized by Google

heimliche Fragezeichen entgegenstarren. Jedes gelöste Geheimnis zeigt uns tausend neue. Schwer lastet auf uns das Bewußtsein der Unkenntnis. — —

Fernrohr und Mikroskop! —
Vor uns Unendlichkeit und hinter uns!

In dem Teich, der uns die Amöbe für unsere Untersuchungen spendete, wimmelt eine unerschöpfliche Fülle der

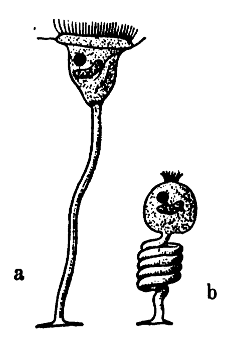


Fig. 15. Vorticella (Glockentierchen). a) aufrecht, b) sich spiralig zusammenziehend.



Fig. 16 a. Vorticella sich teilend.

verschiedensten Wesen, mannigfaltig an Größe und Gestalt. Wir schöpfen noch einmal ein Tröpfchen dieses lebendigen Wassers und beobachten es unter dem Mikroskop.

Da bietet uns ein liebenswürdiger Zufall ein anderes reizvolles Bild. Ein Glockentierchen. In jedem Tümpel fast zu finden. Es sieht aus, wie ein Weinglas mit einem sehr langen, dünnen Stiel. Mit diesem Stiel ist es an ein Blattstengelchen geheftet, oder an das Bein eines Wasserkäfers, mit dem es weite Seefahrten unternimmt. Das ganze Tier, Leib und Stiel, nur eine einzige, winzige Zelle. Um den Rand des Leibes wogt in fortwährender steter Bewegung ein zarter

Digitized by Google

Kranz feinster Flimmerhaare. Wozu, das wird uns bei ruhiger Beobachtung sofort klar: durch die strudelnde Bewegung des Flimmerkranzes entsteht ein Wirbel, in den kleinste Teilchen, Bakterien und anderes eingesogen, gefangen wird. Die Zelle geht nicht selbst auf Raub aus, sie hat sich festgesetzt, lockt wie ein Strauchritter die vorübergehenden harmlosen Wanderer ins Verderben und packt sie zum Fraß in ihren weichen Leib. Plötzlich — der Flimmer-

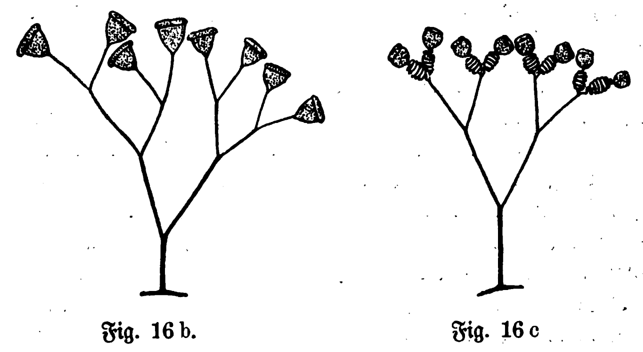


Fig. 16 b. Fig. 16 c

b) Kolonie von Glockentierchen, die durch fortgesetzte Zweiteilung entstehen; c) im gereizten Zustande.

kranz macht die Bekanntschaft eines unheimlichen stärkeren Tieres — ein Ruck, das Glockentierchen ist verschwunden. Der Stiel hat sich wie eine Spirale zusammengezogen (Fig. 15 b) und geduckt wartet das Tierchen, bis die Luft wieder rein ist. In dieser einzigen Zelle haben wir also auf den ersten Anblick schon verschiedene „Organe“, einen Fuß zum Anheften, zum Schutz einen zusammenziehbaren Stiel, den verdauenden Leib, den strudelnden Flimmersaum des Mundes. Wenn sich dieses Glockentierchen nun nach der allgemeinen Regel — Kernteilung, Zellteilung — fortpflanzt, passiert wieder etwas Interessantes. Es teilt sich der Leib.

Digitized by Google

Bis auf den sich nur wenig spaltenden Stiel. Der Rest des Stieles bleibt gemeinsam. (Fig. 16 a.) Ein Kompagniegeschäft: Jeder Leib frißt für sich, der gemeinsame Stiel wird gemeinsam ernährt. Das ist eine Vereinfachung des Betriebes. Jeder Ast teilt sich wieder, so daß zuletzt ein ganzer Baum von Glockentierchen entstanden ist. (Fig. 16 b.) Ein lieblicher Anblick, den man sich bei einiger Mühe leicht verschaffen kann. Es gibt kaum einen Teich, in dem man eine solche Kolonie nicht fände. Wenn irgendein Ast gereizt wird, oder in Gefahr kommt, ruck, zieht sich sein Stiel ein, und nacheinander folgen alle anderen Stielchen. (Fig. 16 c.)

Also: In dieser Kolonie hat jede einzelne Zelle, jedes „Individuum" seine eigene Ernährung, Fortpflanzung, Empfindung. Die Empfindung kann fortgeleitet werden. Allen Zellen **gemeinsam** ist der Stiel, der von allen gemeinsam ernährt werden muß. Jede Zelle ist selbständig, kann auch noch selbständig ihr Leben führen, wenn sie sich loslöst. Dann haftet sie sich wieder irgendwo fest und die Kolonie bildet sich von neuem. Immerhin besteht in der Koloniebildung eine gewisse Abhängigkeit der Zellen voneinander. Der Vorteil besteht in der Möglichkeit einer größeren, leichteren und ausgiebigeren Ernährung, dem ökonomischer gestalteten Betriebe. Der „Aktionsradius" ist ein größerer, die einzelnen Zellen können ein viel größeres Gebiet bestreichen, als wenn jede für sich ihr kleines Raubgebiet abstreifte. Ein anderer Vorteil besteht darin, daß ein Zellenindividuum, das zu gelegentlichem unfreiwilligen Hungern gezwungen ist, durch den gemeinsamen Stiel Nahrung von den anderen Zellen erhält.

Solcher Koloniebildungen gibt es in der Natur außerordentlich viele der mannigfachsten Art. Es ist nicht immer ein „Baum", es gibt Kolonien in Knollen, Kugeln, Platten, die Verbindungen zwischen den einzelnen Zellen sind dann

Digitized by Google

nicht Äste, sondern bald breitere, bald schmälere Protoplasmabrücken, bald eine tote schleimige Masse.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, auf die Details solcher Koloniebildungen einzugehen. Aber auf eine möchte ich im Vorbeigehen den Blick lenken. Auf den zierlichen Volvox, das „Rolltierchen“, einen ungemein häufigen Stammgast der meisten grünlich schimmernden Pfützen. Das ist auch eine Kolonie. Eine mit Gallert gefüllte Kugel, an deren Oberfläche einzelne Zellen kleben. Jede mit langen Geißeln und mit Verbindungsfäden von Zelle zu Zelle. Dadurch, daß die Geißeln in ständiger Bewegung sind, erhält sich das Ganze rollend und schwebend im Wasser. Jede Zelle ernährt sich selbst, aber durch die verbindenden Protoplasmafäden strömt ein für alle gemeinsamer Nahrungssaft, der natürlich auch den zufällig hungernden Zellen wieder zugute kommt. Aber unter den vielen Zellen sehen wir einige ohne Geißeln.

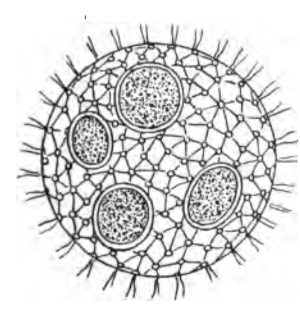


Fig. 17. Volvox-Kolonie.

Sie bewegen sich nicht, ernähren sich nicht, arbeiten nicht, und werden doch dicker und dicker. Mästen sich von dem Nahrungssaft der übrigen Zellen, leben herrlich auf deren Kosten. Was sind das für Schmarotzer? Wir lösen diese Frage wieder nur durch geduldiges Beobachten, durch ruhiges Abwarten. Da sehen wir zuletzt diese dicken Mastzellen in das Innere der Hohlkugel fallen. Eine solche Zelle teilt sich in zwei, die aneinander kleben bleiben, jede dieser Zellen wieder, so daß wir ein Bild haben, als wenn wir eine Apfelsine in Viertel zerlegen und wieder zusammenpassen. Die Teilung geht weiter, in 8, 16, 32, 64 usw. Zellen. Jede Zelle sucht an die Oberfläche der Kugel zu kommen, so daß eine Hohl-

Digitized by Google

kugel entsteht von hunderten von Zellen. Sie wächst und wächst, bis die äußere Zellenkugel zerfällt, dem Untergang geweiht, eine Beute des Todes. Statt dessen hat sich eine neue junge Tochterkolonie gebildet, die munter weiter rollt, und dicke Zellgenossen bildet, die sich wieder eine jede zu einer neuen Kolonie entwickeln.

Diese dicken Mastzellen von Volvox machen zuweilen noch viel erstaunlichere Kunststücke: eine solche Zelle fällt aus dem Verbande, und trifft eine andere ebensolche Zelle, deren Inhalt in lauter kleine ungeheuer lebhaft bewegliche Schwänzchen zerfallen ist, die eine auffallende Ähnlichkeit mit den Samenfäden von Mensch und Tier haben. In der Tat handelt es sich hier nur um solche Spermatozoen: eines oder mehrere dringen in das Innere der anderen Mastzelle, des „Eis", es wird „befruchtet", und teilt sich jetzt ebenso bis zur Bildung der neuen Kolonie.

Wir haben hier also geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung nicht des einzelnen Zellenindividuums, sondern der ganzen Kolonie, die mit ihrem gemeinsamen Nahrungssaft Geschlechtsprodukte, Ei und Samen bildet. Das einzellige Lebewesen, z. B. die Amöbe, ist in ihrer ewigen Teilungsfortpflanzung unsterblich. In ihrem Dasein hat der Tod als natürliche Lebenserscheinung keinen Raum. Hier bei der Volvoxkolonie kommt der Tod über die ganze Kolonie, weil die Zellen sich der individuellen Fortpflanzungsarbeit entzogen und diese dem sozialen Verband, der gemeinsamen Arbeit aller, überlassen haben. Wohl entsteht die Kolonie selbst aus der einen Eizelle durch fortgesetzte Teilung der Zellen, wohl teilen sich die Zellen bis zur ausgereiften Entwicklung der Kolonie, wohl ersetzen sich zuweilen untergegangene Zellen der Kolonie, aber ihr Leben ist beschränkt, dem Hausgesetz des Zellganzen unterworfen. Und dieses heißt: Alles, was Ei und Samen bringt, was zeugt und gebärt, das muß des

Digitized by Google

Todes sterben. Das ist der Fluch der Arbeitsteilung!

Auch in der Volvoxkolonie behalten die einzelnen Zellen noch einen Rest ihrer Selbständigkeit, sie können noch ein selbständiges Leben führen und sich unter günstigen Verhältnissen zu einer neuen Kolonie auswachsen. Sie sind auch alle gleich. Eine regelrechte Republik der „Bürger“ Zellen mit völliger Gleichheit, Freiheit und — soweit eine für alle mitarbeitet — Brüderlichkeit. Aber alle müssen sich dem Wohl des Ganzen unterordnen. Wie sie zwecks Erhaltung des Staates für die Nachkommenschaft sorgen, so auch zur Bewegung des Ganzen, das durch ihr Geißelflimmern sich rollend von der Stelle wälzt. Der Vorteil dieses Rollens ist klar, auch hierdurch wird das Jagdgebiet von seiner Beschränkung befreit.

Es würde mich zu weit führen, wollte ich hier die Art des Zellenzusammenschlusses weiter ausspinnen, so verlockend es wäre. Wir haben beobachten können, wie in den Kolonien die Zellenindividuen gleich bleiben können, wie aber hier schon Anfänge einer Verteilung der Aufgaben, einer Unterordnung der einzelnen Zelle unter das Wohl des Ganzen zu finden sind.

Denken wir uns eine solche Kugelkolonie sich nicht, wie Volvox, rechts und links, vorwärts und rückwärts, planlos, sondern, so etwas kommt in der Natur vor, in gerader Richtung sich durch das Wasser bewegen. Dazu gehört, daß die Geißeln gleichsinnig sich bewegen, in Abhängigkeit vom Ganzen. Der vorangehende Pol kommt mit reichlicher Beute in Berührung. Er kann sie nicht bewältigen. Seine ganze Arbeit ist nur auf die Verdauung gerichtet, alle andere Tätigkeit wird eingestellt. Trotzdem genügt die Tätigkeit nicht, weil diese vorderen Zellen für alle anderen mit sorgen müssen. Sie vermehren sich. Die Hohlkugel dellt sich ein, wie ein Gummiball, den man

Digitized by Google

eindrückt, recht tief, um möglichst vielen Verdauungszellen Raum zu geben. Wir haben jetzt innen und außen, vorn und hinten. Vorn Mund, hinten Bewegungsorgane. Innen Verdauung, außen Bewegung und Reaktion auf die schädlichen Einflüsse der Außenwelt.

Aus den einzelnen Zellenindividuen ist ein Gesamtindividuum geworden. Das ist Haeckels Gastraea, das Urmagentier. Nach Haeckel der Stammvater und der Ausgangspunkt der Entwicklung aller höheren Tiere. Wie diese Entwicklung geschichtlich zu verstehen und zu begreifen ist, aus den sich stetig verändernden Lebensbedingungen und dem „Anpassungsvermögen" der lebenden Substanz, dafür suchen die Naturforscher die Erklärung. Lamarck im lebenden Wesen selbst, in seiner Lebenstätigkeit, Darwin in dem Kampf ums Dasein, der das Unbrauchbare ausmerzt.

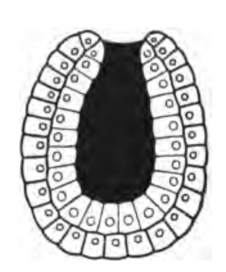


Fig. 18. Haeckel's Gastraea (typisches Gastrulastadium der Entwicklung eines jeden höheren Tieres und des Menschen).

Wie dem auch sei, das eine ist sicher, daß alle lebende Substanz, alles was lebt und webt, so Pflanze und Tier und Mensch, aus Millionen und Abermillionen von Zellen zusammengesetzt ist, die sich zu einem Gesamtindividuum, zu einem Zellenstaat zusammengeschlossen. Und weiter steht fest, daß jedes Individuum aus einer einzigen Zelle, dem Ei, den Anfang seiner Entwicklung herleitet. Und ferner, daß dieses Ei (auch beim Menschen), sich teilt in 2, 4, 8, 16 usw. und in der Folge das Stadium der Kugelkolonie, der Gastraea, durchmachen muß und eine Menge Entwicklungsstadien mit Kiemen und Schwanz, die wie halbverschwommene Erinnerungen an eine ferne, jahrmillionenferne Vergangenheit anklingen, bis das Ziel erreicht ist, das Abbild des Muttertieres, in dessen Schoß das Ei gereift ist.

Digitized by Google

Daß der einzelne Mensch sich auf diese Weise *entwickelt*, ist unumstößliche Tatsache, daß das Menschengeschlecht in jahrmillionenlanger Geschichte sich so aus einer Zelle entwickelt *hat*, ist natürlich Hypothese. Aber eine sehr plausible Hypothese, die uns den Schlüssel für das Verständnis mancher sonst durchaus rätselhafter Erscheinungen in die Hand gibt.

Auch der Mensch ist ein Zellenstaat. Bei der außerordentlich großen Menge von Zellen, die diesen Staat bilden — man schätzt 15 Billionen auf den Menschen — und bei der Vielseitigkeit der Anforderungen, denen dieser Staat genügen muß, ist natürlich auch die Lebenshaltung eine sehr komplizierte.

Die Zellen sind nicht mehr bloß an der Oberfläche, können also nicht direkt atmen, sondern müssen sich auf die Fürsorge des Staates verlassen, der jeder der im Verbande festsitzenden Zellen die notwendige Lebensluft, den Sauerstoff ins Haus liefert. Ebenso die Nahrung. Der Staat braucht eine strömende, lebenspendende Quelle, das Blut, das in seinem eiligen Lauf auch die Ausscheidungsprodukte der Zellen mit sich fortnimmt, die die *freilebende* Zelle direkt in die Außenwelt abgibt. Dafür leistet die Zelle dem Körper andere für den Haushalt geforderte Arbeit, und mit der Arbeit spendet sie Wärme, die für einen geregelten Ablauf der Lebenserscheinungen notwendig ist.

Wie mannigfaltig die Lebenserscheinungen der Zelle sind, haben wir an dem Beispiel der einzelligen Lebewesen gesehen. Dabei haben wir nur einen winzig kleinen Bruchteil ihrer Fähigkeiten beobachten können. Unendlich viele Möglichkeiten schlummern in der Zelle, und jede Möglichkeit kann ausgebildet werden, einseitig, auf Kosten der anderen Fähigkeiten, so daß sie zur Spezialität wird. Auf dieser immer weiter gehenden Spezialisierung und

Digitized by Google

Differenzierung beruht alle Entwicklung der lebenden Wesen. Daraus folgt, daß alles, was wir an komplizierten Lebenserscheinungen im menschlichen Körper und in der tierischen Organisation finden mögen, im Prinzip schon in der einzelnen Zelle, in der Amöbe zu finden sein muß. Die Entwicklung schafft nichts neues, noch nicht Dagewesenes. Weder im Bau der Zellen noch in ihren Leistungen, sie zwingt sie nur in bestimmte Bahnen. Auch im Menschen finden wir die allgemeine Form der Zellen wieder, Protoplasma mit Kern, nur daß sie von anderen Zellen gedrückt und gezogen oft merkwürdige Formen angenommen haben. Darum kann uns die Beobachtung der einzelligen Wesen auch vieles zum besseren Verständnis des Menschenlebens lehren.

Je höher die Organisation, desto größer die Differenzierung. Je größer die Differenzierung, desto abhängiger ist die Zelle von der Organisation des Ganzen. Die einzelne freilebende Zelle ist der Robinson, der sich alles selbst herstellte, Kleider, Schuhe, Wohnung und Nahrung. Der aus dem Zellenstaat losgelösten gleicht der von dem Menschenstaat losgelöste Mensch, der einseitig nur eine Seite seiner Fähigkeit ausgebildet hat, etwa der Gelehrte. Man setze den auf eine einsame Insel, und es wird bald um sein Leben geschehen sein. So können die menschlichen Körperzellen ein selbständiges Leben nicht mehr führen, höchstens, daß für Stunden die Lebensflamme noch glimmt, bis — sie erlischt.

Bei dieser Abhängigkeit der Zellen von der ungeheuer komplizierten Organisation des Individuums muß ein Band da sein, das alle die vielen Leistungen der Zellen regelt. Eine Regierung des Zellenstaates. Das ist das Gehirn. Es ist die Zentralstelle, in der alle Fäden zusammenfließen, die von allen Zellen Nachrichten bringen und zu den Zellen

Digitized by Google

Befehle übermitteln, damit Arbeit und Ruhe abwechseln, damit in diesem Augenblick dieses Organ in Tätigkeit tritt, jenes im nächsten. Wie das Geschick eines menschlichen

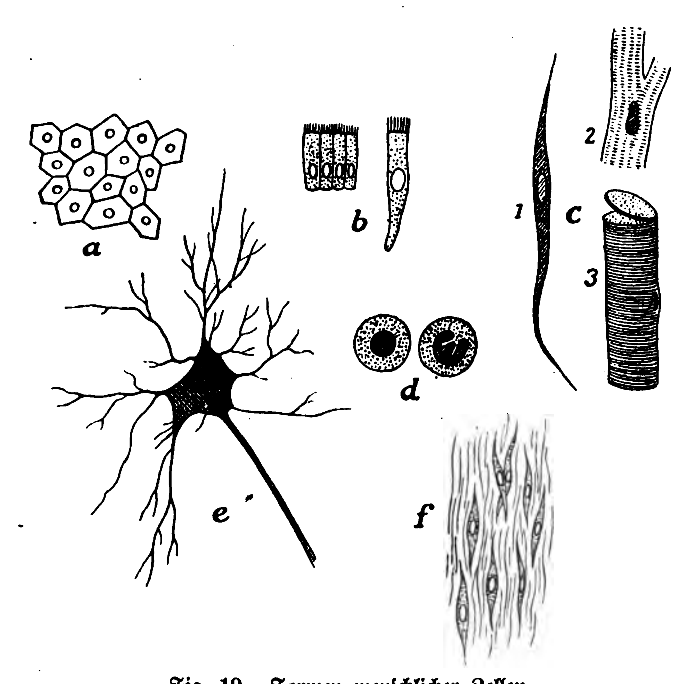


Fig. 19. Formen menschlicher Zellen.
a) Epithel; b) Flimmerzellen; c) Muskelzellen, 1. der glatten, 2. der Herz-, 3. der quergestreiften Muskeln; d) Weiße Blutkörperchen; e) Ganglienzelle; f) Fötales Sehnengewebe.

Staatswesens von einer guten Leitung, einer weisen Regierung abhängt, so im Zellenstaat der lebenden Wesen.

Der Mensch ist die Krone der Schöpfung! Weil sein Gehirn am ausgebildesten ist. Von ihm hängt Leben und Schicksal des Menschengeschlechtes ab. Von ihm und

Digitized by Google

aus ihm kommt alles, was der Mensch Großes und Herrliches hervorgebracht hat. Ihm verdanken wir es, daß der Mensch mündig geworden ist und in der Werkstätte der Mutter Natur lauschen und beobachten, daß er den großen Gedanken ihrer Schöpfung noch einmal denken kann!

Viele gibt's der Wunder — kein größeres als den Menschen!

IV.

Ums tägliche Brot.

Daß Essen und Trinken Leib und Seele zusammenhält, ist eine solche Binsenwahrheit, daß man sie kaum mehr erwähnen darf, ohne trivial zu werden. Warum das Essen dieser Kitt ist, das hat uns die Amöbe schon gelehrt: weil unser Körper fortwährend in Arbeit, in Tätigkeit, in Bewegung ist, Kraft leistet, auch ohne daß wir davon wissen. Um diese Kraft zu leisten, braucht der Leib Brennmaterial. Und dann verschleißen die Organe doch auch. Sie müssen also repariert und ersetzt werden. Dazu dient also die Nahrung. Sie soll Ersatz leisten für die Stoffwechselverluste der lebenden Zelle.

Die Pflanze schafft sich ihre Nahrung aus anorganischen Substanzen: aus den Salzen des Humusbodens und der Kohlensäure der Luft bildet sie Blätter und Blüten, Früchte und Samen und Knollen. Die Tiere machen es sich viel bequemer. Sie fressen die Pflanzen und mit ihnen die Stoffe, die die Pflanze in ihrem Laboratorium dargestellt hat. So brauchen sie ihre Nährstoffe nicht erst selbst aufzubauen. Sie lassen also die Pflanzen für sich arbeiten. So

Digitized by Google

machen es die Vegetarier unter den Tieren. Die anderen, die Raubtiere, fressen die Tiere, die die Pflanzen gefressen haben. Der Mensch, der von pflanzlicher und tierischer Nahrung lebt, macht's genau so: Indirekt ist mithin die Pflanze die Spenderin aller Nahrung und damit des Lebens. Sie ist Vermittlerin in dem gewaltigen, ewigen Kreislauf der Natur. Was an lebender Substanz zugrunde geht, zerfällt zuletzt zu Staub und Asche. Und aus dieser Asche bilden die Pflanzen ihren Leib. So entreißen sie dem starren Stillstand, dem kalten Tode seine Beute, und bringen sie dem lebensprühenden Weltall als zukunftverheißende, hoffnungsfreudige Morgengabe, als Keim eines neuen, ewig unvergänglichen Lebens wieder dar. La vie est morte, vive la vie!

Was die Tiere zum Leben nötig haben, das sind nur wenige chemische Grundstoffe. Eiweiß und Wasser zum Ersatz verschlissenen Materials, als Kraftspender Fett und die sogenannten Kohlehydrate, wie der Chemiker Stärke, Zucker und Gummiarten zusammenfaßt. Außerdem einige Salze.

Als wir von den Amöben sprachen, sahen wir, daß sie kein Fett und keine Stärke verdauen. Nur Eiweiß packten sie in ihren weichen Leib. Die höhern Tiere fressen aber diese Kraftspender. Ja, haben wir denn nicht gehört, daß auch die Amöben Kraft leisten? Freilich, aber ihre Leistungen sind sehr gering, so minimal, daß sie ihre Ausgaben mit Eiweiß decken können. In geringem Umfang kann nämlich auch Eiweiß als Kraftquelle dienen. In sehr geringem Umfange. (Nicht aber können umgekehrt Fette und Stärke als Material zum Aufbau des Protoplasmas verwandt werden, also Eiweiß ersetzen.) Das genügt für die Arbeitsleistung der höheren Tiere nicht, sie müssen ein rasch sich verzehrendes Brennmaterial haben, in Fülle. Denn oft müssen sie unfreiwillig hungern. Wir leben alle nicht

Digitized by Google

im Schlaraffenland. Und es ist ein Glück so. Aber, wenn der Körper Arbeit leisten muß oder will, so kann er nicht warten, bis das Brennmaterial da ist. Er muß es sofort zur Verfügung haben, in ein volles Magazin greifen können. Also muß er rechtzeitig für eine Aufstapelung von Reservevorräten gesorgt haben. Die Amöbe hat das nicht nötig. Entweder sie frißt und wächst, oder sie hungert und — kapselt sich ein, bis bessere Tage kommen. Wir können uns nicht abkapseln und den Lebensprozeß zum zeitweiligen Stillstand bringen. Also müssen wir rechtzeitig in unsere Scheunen sammeln. Diese Depots in unserem Leibe sind das Körperfett und die in der Leber (auch Muskeln und anderen Organen) aufgespeicherte tierische Stärke, das Glycogen.

„Eiweiß, Fett und Kohlehydrate,“ so lautet die schon jedem jungen Mediziner bis zum Überdruß geläufige Formel für den Nahrungsbedarf, nach der alle Tiere, auch der Mensch, ihren Haushalt regeln müssen. Aber wieviel von jedem? Das ist natürlich für jedes lebende Wesen verschieden, verschieden nach Körpergröße, Organtätigkeit und Lebensgewohnheit. Man kann das für den Menschen nötige Quantum natürlich nur durch vergleichende Untersuchungen berechnen. So haben die physiologischen Chemiker als Durchschnittswerte folgende Standardzahlen für den Tagesbedarf eines mittleren Arbeiters gefunden:

118 g Eiweiß, 56 g Fett und 500 g Kohlehydrate. (Voit.)

Das sind die nackten Zahlen für die Rohstoffe selbst. In der Natur gibt es aber weder reines Eiweiß, noch Fett oder Kohlehydrate in diesem chemischen Sinne. Es ist selbstverständlich sehr verschieden, in welcher Form die Rohstoffe genossen werden. Um ihren Eiweißbedarf zu decken, fressen die Pflanzenfresser Gras, Heu, Blätter in großen Quantitäten. Eine harte, rohe Kost, die in großen

Digitized by Google

Massen verhältnismäßig wenig Nahrung enthält. Wir Menschen kultivieren die Natur. Bauen besonders zarte und schmackhafte Pflanzen als Gemüse. Und obendrein kochen wir die Gemüse, um sie recht weich und mürbe zu machen. Nur um dem Mund das Zermahlen der Speisen zu ersparen. Alles hübsch bequem. Das ist ja überhaupt das Prinzip und die notwendige Grundlage jeden kulturellen Fortschritts. Denn durch die Entlastung vegetativer Organe kann die frei werdende Energie für andere wertvollere Leistungen verwandt werden.

Die fleischfressenden Tiere fressen ihren Raub, wie er sich darbietet, mit „Haut und Haaren". Wir Menschen sind kultiviert. Wir schneiden uns ein schönes, zartes, saftiges Stück aus dem Fleisch, klopfen es recht schön mürbe, und kochen, schmoren oder braten es. Wozu? Um das Fleisch genießbarer und verdaulicher zu machen. Wir sind die einzigen Lebewesen, die den Gebrauch des Feuers kennen und mit Feuer zubereitete Speisen essen. Der Kochtopf ist ein Vorverdauungsorgan. Er nimmt den Zähnen ein gut Stück Arbeit ab, indem er die Speisen aufschließt und verdaulicher macht.

Und nun erst Fette und Kohlehydrate. Die Tiere finden sie roh in pflanzlicher und tierischer Nahrung. Wir stellen sie rein her: Butter, Schweineschmalz oder durch Pressen gewonnenes Pflanzenöl.

Als Kohlehydrate gibt's in dem tierischen Menu Zellulose, die die harten Teile der Pflanze bildet, die Stärke, in den Getreidekörnern eingeschlossen, und den Zucker in Früchten und Pflanzen. Der pfiffige Mensch befreit die Nahrungsmittel von der unverdaulichen Hülle. Auf die Zellulose verzichten wir möglichst, wegen ihrer „Holzigkeit". Die Stärke bereitet uns der Müller aus den Getreidekörnern als feines Mehl, oder noch feiner der Fabrikant eben als Stärke. Der Zucker wird in Massen aus zuckerhaltigen

Digitized by Google

Pflanzen (Rüben) fabrikmäßig hergestellt. Alles Extrakte, ohne den Ballast der unverdaulichen Bestandteile. Welch gewaltige Summe von vegetativer, tierischer Arbeit wird dadurch dem menschlichen Individuum erspart, frei zur Entwicklung des Menschlichen im Menschen, zur Entwicklung des Gehirns, zur Schaffung von Kulturwerten!

Kommt dazu, daß auch unsere Kochkunst in derselben — arbeitsparenden — Richtung unermüdlich erfinderisch tätig ist. Weiter, daß wir Menschen eine Menge von „bequemen" Nahrungsquellen uns erschließen. Man denke an die Milch. Ursprünglich das erste natürliche Futter für die zarte, tierische Nachkommenschaft, ist es vom findigen viehzuchttreibenden Menschen zu einem unentbehrlichen Volksnahrungsmittel gemacht. Ebenso die Eier der Vögel. Alle die neuen Nahrungs- und Genußmittel, die spezifisch menschlich sind: Brot und Kuchen, Chokolade, Käse, Gewürze, die Alkoholika, oder gar die neueren konzentrierten Nahrungsmittel, Somatose, Sanatogen, und wie sie sonst heißen mögen, sind gerichtet auf eine Vereinfachung der Ernährung und allerdings teilweise auf eine Verschiebung der Nahrungsfrage zu einer Genußfrage.

Die Kultur eilt. In der letzten Zeit anscheinend mit beschleunigten Fliegeschritten. Nicht alles scheint begehrenswert, was in der Zukunft Schoße liegt, und heute eben im rohen Keim angedeutet ist. Gehen wir einer Entwicklung entgegen, als deren Resultat der Mensch es für einen Mißbrauch seiner Kräfte halten wird, auf das Essen Zeit zu verschwenden? Wo man mit einigen Nährpastillen nach chemischen Rezepten die Kosten des Körperhaushalts bestreiten wird? Mir graut's doch!

Kulturnahrung und Naturnahrung! Der Unterschied muß sich natürlich auch in dem Körper geltend machen, denn, wenn alles Leben auf Anpassung

Digitized by Google

beruht, so müssen eben Folgezustände der Kulturnahrung in dem Menschen sich nachweisen lassen. Wir wollen sehen.

Durch Massenuntersuchungen ist festgestellt, daß in Deutschland kaum 5% der erwachsenen Menschen ein vollständiges Gebiß gesunder Zähne hat. Das gibt zu denken. Als normalen Zustand darf man das doch nicht betrachten. Man fragt nach den Ursachen. Zweifellos muß die Nahrung angeschuldigt werden. In einem früheren Kapitel war die Rede davon, daß durch den Gebrauch der Hände — den Tieren gegenüber — eine Entlastung der Kauwerkzeuge eintrat. Das Gebiß wurde von seiner tierischen Aufgabe befreit, harte Pflanzenkost abzurupfen, oder die lebende Beute festzuhalten. Der menschliche Kiefer verkleinerte sich. Und die Zähne fanden nicht mehr ordentlich Platz. Sie stehen bei uns dichtgedrängt, so eng wie bei keinem Tier. Das ist ein Nachteil; denn sie sind so eher verletzlich. In die Zahnlücken keilt sich schon einmal ein harter Splitter, oder ein Brocken, und ein Splitterchen von dem Zahnschmelz springt ab. Und das ist ein Malheur. Denn nun setzen die Schädlichkeiten der Nahrung ein und bohren die häßlichen, hohlen Löcher, machen den Zahn kariös. Große Schuld an dem Abspringen des Schmelzes trägt zu heißes Essen, eine Kunst, in der es viele Leute bekanntlich zu einer erschreckenden Meisterschaft bringen. Wie dem auch sei, die Kulturnahrung rächt sich. In erster Linie der Zucker. Vor 50 Jahren war Zucker noch ein teurer Luxusartikel. Heute hat ihn die industrielle Technik so verbilligt, daß sich jedes Kind für Pfennige in den Besitz von Bonbons und Chokolade setzen kann. Der Zucker und andere Nahrungsbestandteile zersetzen sich im Munde. Es bilden sich Säuren, besonders Milchsäure. Die fressen die tiefen Löcher. Und die im Munde vorhandenen Bakterien helfen massenhaft mit. Freilich hat der Körper ein Schutzmittel gegen solchen Un-

Digitized by Google

fug. Wir wissen aus der Chemie, daß die spezifische Wirkung der Säuren aufgehoben wird durch Laugen, Alkalien, basische Stoffe. Zu diesen gehören z. B. Soda, Natron (bicarbonicum), Seife. Über solche basischen Stoffe verfügt der Körper im Speichel. Wenn sich also durch die Nahrung Säuren im Munde bilden, ist es dem Organismus ein leichtes, sie unschädlich zu machen. Er braucht nur eben genügend Speichel abzusondern, um den Schaden zu verhindern. Aber da liegt's! Das tut er eben nicht. Er sondert nicht genügend Speichel ab und läßt die Zähne, sich selbst zum Schaden, verderben. Warum? Weil unsere Kulturnahrung auch das Bestreben hat, den Speichel zu sparen. Je trockener eine Speise,. desto mehr Speichel ist nötig, um den Bissen schlüpfrig zu machen. Das kostet Arbeit, Kauarbeit. Und unser ganzes Denken geht eben dahin, das lästige Kauen zu sparen. Infolgedessen wir auch auf den Speichel verzichten. Wir machen unsere Scheiben zarten Brotes (recht dünn, um nicht zu viel Kauarbeit zu haben) mit Butter schlüpfrig, unsere Kartoffeln und andere Speisen tunken wir in Saucen. Wir trinken zu den Mahlzeiten. Ein trockenes Brötchen ist dem verwöhnten Kulturmenschen ein Greuel: wir tunken es womöglich noch in Kaffee. Außerdem die große Menge von Flüssigkeit, die wir sonst beim Essen zu uns nehmen in Gestalt von Suppen, Kompotts und dergleichen. Und wenn wir nun noch obendrein unsere Bissen auf dem Teller recht niedlich zerkleinern, dann haben wir alles getan, um Kauarbeit zu sparen, die Speichelabsonderung auf ein Minimum herabzusetzen, und — unsere Zähne zu verderben.

Man sehe sich so einen nicht von der Kultur beleckten Bauernburschen an, der mit vollen Backen, auf deren robuster Röte das volle Behagen der Befriedigung glänzt, seinem Kaugeschäfte obliegt und Happen um Happen seines dicken groben Brotes hinunterstopft. Der hat es nicht nötig, qual-

Digitized by Google

volle Stunden auf dem Marterstuhl im Operationszimmer eines Zahnarztes zuzubringen, und lacht mit seinen blendenden Perlenzähnen über die Torheit der Menschen, die für ein Linsengericht ihr Erstgeburtsrecht verkaufen.

Daß der Mangel an Speichelabsonderung tatsächlich der schädigende Faktor ist, das können wir auch rückwärts aus einer interessanten Beobachtung schließen, die jeder leicht anstellen kann. Aus der Beobachtung der Tatsache, daß die vorderen Schneidezähne nur sehr selten kariös werden, die unteren so gut wie nie, allenfalls bei Zuckerbäckern, die gezwungen sind, eine Menge Zuckerstaub zu atmen und zu schlucken. Das liegt (nach Roese) daran, daß in dem Kinnwinkel vor der Zunge sich stets eine kleine Lache von Speichel ansammelt, die beim Essen die Zähne benetzt, besonders aber beim Sprechen immer und immer wieder von der Zunge gegen die Zähne geschleudert wird.

Wenn wir dem Mund soviel Kauarbeit abnehmen, so hat das auch noch andere Folgen. Die schönen breiten Meißel der Schneidezähne verkümmern zu spitzen Stiften. Wozu auch Material verschwenden? Und wenn wir nicht mehr mit den Mahlzähnen zu mahlen brauchen, wozu die Mahlhöcker an ihnen? In der Tat haben die Backzähne die Neigung sich abzurunden und ihre Höcker zu verlieren. Ja schließlich, wozu überhaupt so viele Zähne? Der Weisheitszahn hat schon gar nicht mehr das Bestreben durchzubrechen. Arbeit hat er ja kaum noch zu leisten. So tritt er oft nur sehr spät durch, oft auch überhaupt nicht mehr, oder nur sehr verkrüppelt und verkümmert.

Es wird uns niemand abstreiten wollen, daß die Verkümmerung und Verminderung der Zähne als Anpassung an die durch die Kulturnahrung verlangte geringere Kauarbeit anzusehen ist. Gewissermaßen negative Anpassung, Verkümmerung durch Nichtgebrauch. Aber wir vermissen vollkommen eine positive Anpassungsarbeit, einen Mechanismus,

Digitized by Google

der die Schädlichkeiten, die die moderne Ernährung in ihrer Zahnzerstörung mit sich bringt, ausgleicht. Anpassung soll ja nichts anderes sein als Überwindung von außen eindringender Schädlichkeiten. Wehrlos gehen die Zähne zugrunde. Als kluge Kritiker würden wir es vielleicht besser gemacht haben. Wir würden etwa fordern, daß die Kulturnahrung Zähne aus widerstandsfähigerem Material vorfände, oder aber wir würden der Natur den Rat geben, sich anzupassen durch stärkere Produktion alkalischen Speichels.

Da hätten wir also ein klägliches Fiasko der so viel gerühmten Anpassungsfähigkeit! Oder — doch nicht? Es ist etwas ganz anderes, etwas schon vorhandenes bei verminderten Ansprüchen außer Betrieb setzen, als vor neue Aufgaben gestellt, Positives zu schaffen. Etwas ganz Neues. Denn das müßte doch in diesem Falle die Natur tun, um die Zahnverderbnis zu verhindern. Sehen wir uns in der Natur um. Wo sie in Anpassung an sich ändernde Verhältnisse etwas Neues geschaffen, da hat sie Jahrtausende nötig gehabt. Vielleicht Jahrhunderttausende. Jedenfalls bedurfte sie der stetigen Arbeit an einer langen Reihe von Generationen, um Neues zu erwerben und zu fixieren; und zur Veränderung der Lebensbedingungen, etwa durch klimatische Verhältnisse, hat die Natur auch Jahrtausende gebraucht. Und dann folgte ihr Schritt für Schritt ganz allmählich die Lebenswelt in Änderung ihrer Eigentümlichkeiten, im Bau und in den Funktionen. Anders die Kultur. Gegenüber dem Schneckengang der natürlichen Umänderung der Lebensbedingungen saust sie im Eilzug. In Jahrzehnten ändert sie von Grund aus die Lebensbedingungen in mächtigem, sich überstürzendem Tempo. Dem vermag die Welt der Lebewesen nicht zu folgen. Gut Ding will Weile haben. So kommt's, daß heute der neuen Kultur die passenden Zähne noch nicht gewachsen sind. So werden uns auch verschiedene andere mangelhafte Einrichtungen im Körper ver-

Digitized by Google

ständlich werden. Möglich, daß mit fortschreitender Vereinfachung der Nahrung auch die Zähne immer mehr verkümmern werden. Wie beim Bartenwal etwa, der eine solche Zahngeschichte in den Kindertagen seiner Entwicklung durchgemacht hat. Auch er hatte einst Zähne, er verlor sie, weil er etwas besseres, angepaßteres haben mußte, ersetzte sie durch die Fischbeinplatten des Gaumens. Der junge Wal wiederholt in seiner Entwicklung die ganze Entwicklung seines Geschlechts noch einmal getreulich, er trägt erst noch Milchzähne, auch Anlage zu bleibenden Zähnen, die aber nicht mehr durchbrechen, sondern den Barten Platz machen. Möglich, daß auch bei uns Menschenkindern die Zähne im Lauf der Zeiten völlig schwinden werden, als überflüssig. Möglich, sogar wahrscheinlich! Qui vivra verra!

Wir verfolgen unseren Bissen weiter. Von der Zunge gedrückt und geschoben, gleitet der Bissen durch den Rachen hinab. Auch der Rachen ist bei den meisten Kulturmenschen, wenigstens in unserem Klima, nicht normal und zeigt chronische Entzündungserscheinungen. Ursache sind das unvernünftig heiße Essen, die starken Gewürze, Rauchen und Alkohol. Und dann vor allem das Atmen durch den Mund, das bei vielen Menschen schon zur Gewohnheit geworden ist. Es gibt kein Tier, das — außer bei starkem Lufthunger oder um sich rasch abzukühlen — durch das Maul atmet. Wir Menschen sprechen, und weil wir während des Sprechens atmen müssen, wird aus praktischen und Bequemlichkeitsgründen die Mundatmung vorgezogen, sehr zum Nachteil des Rachens und der Mandeln.

Der Bissen gleitet also in den Magen. „Gleitet" richtig zu verstehen. In Wirklichkeit wird er in den Magen gepreßt durch die Muskulatur des Schlundes und der Speiseröhre. Ein Akrobat, der auf dem Kopfe stehend Kunststücke macht, kann auch in dieser Stellung essen.

Wenn man im zoologischen Garten den Vogel Strauß

Digitized by Google

mit gesenktem Kopfe fressen sieht, kann man beobachten, wie der dicke Bissen als ein Knäuel an dem langen nackten Halse gleichsam hinaufklettert, von den Muskeln nach aufwärts in den Magen gequetscht.

Dieser „Schluckmechanismus“ ist ein äußerst komplizierter Vorgang. Während wir den Bissen im Munde noch in der Gewalt hatten, eine schädliche oder übelschmeckende Substanz (man denke an Fischgräten) noch ausspeien können, hört unsere Macht auf, sobald der Bissen den Schlund erreicht hat. Reflektorisch, ohne unser Dazutun, setzt eine ganze Reihe automatischer Bewegungen ein, die in äußerst „zweckmäßiger“ Kombination tätig ist, um den Bissen den verdauenden Organen zuzuführen.

Daß unsere Ernährung auch im Magen noch, infolge unserer Schuld (heiße Suppen, Gewürze, Alkohol usw.), verderbliche Wirkungen hervorrufen kann, ist so bekannt — ich erinnere an die Magenstörungen und Katarrhe — daß ich füglich mit Stillschweigen darüber hinweg gehen kann.

Wozu dient der Magen? Die Frage ist durchaus nicht so überflüssig, wie sie im ersten Augenblick erscheinen mag. Wohl hat man sich von der Tätigkeit des Magens Vorstellungen gebildet, vielleicht so lange die Menschheit denken kann. Aber unrichtige oder mindestens unvollkommene, verschobene Vorstellungen. Zweifellos hat man die Bedeutung des Magens von jeher ganz gewaltig überschätzt. Bis auf den heutigen Tag. Ja, bis vor wenigen Jahrzehnten haben sich selbst die Männer der Wissenschaft von den alten anerzogenen Vorurteilen nicht frei machen können, daß der Magen „das“ Organ der Verdauung sei. Heute wissen wir, daß der Magen nicht „die“ Verdauung besorgt, sondern daß er von dieser Tätigkeit nur einen — dazu noch geringen — Teil bewältigt, so gering, daß ohne großen Schaden für die Ernährung seine ganze Verdauungstätigkeit ausgeschaltet werden kann. Was er in

Digitized by Google

Wirklichkeit für den Körper leistet, ist viel interessanter, aber auch viel verwickelter, als man früher angenommen hatte.

Wie verdauen wir unsere Nahrung? Diese Frage wollen wir zunächst auf Grund der von den Physiologen beobachteten und genau studierten Tatsachen uns klar machen.

Schon der Speichel verdaut, wenigstens hat er eine gewisse verdauende Wirkung auf Stärke. Der Speichel ist eine Absonderung der Speicheldrüsen, deren es drei Arten gibt: die Ohrspeicheldrüse (deren Anschwellung ist als „Ziegenpeter", „Mumps" bekannt), die Kiefer- und die Zungenspeicheldrüse. Jede produziert ihren eigenen Speichel, der sich von dem der beiden anderen Drüsen unterscheidet. Schon die Konsistenz ist verschieden: die Ohrspeicheldrüse scheidet einen ganz dünnflüssigen, tropfenden Speichel ab, die Kieferdrüse einen dünnen, der bald zähe wird, und die Zungendrüse ganz dicken, zähflüssigen, fadenziehenden Speichel. Die chemische Zusammensetzung dieser drei Speichelarten ist durchaus verschieden. Ihre Mischung, der Mundspeichel, von dem in 24 Stunden etwa $1^1/_2$ Liter abgesondert wird, hat eine für den Körper wichtige Eigenschaft: er kann aus Stärke Zucker fabrizieren. Davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man auf einen Glastrichter mit Filter aus Filtrierpapier etwas gekochte Stärke, dicken Kleister bringt. Durch das Filter geht von dem Kleister nichts hindurch. Setzt man aber etwas vom eigenen Speichel zu, so wird man bald gewahren, daß der Kleister dünnflüssig wird und durch das Filter tropft. Die gequollene Stärke wandelte sich in Zucker um, der in der durchtropfenden Flüssigkeit durch einfache chemische Methoden leicht nachzuweisen ist. Woher diese Wirkung des Speichels? Koche ich ihn vor dem Zusetzen auf, so bleibt die Verwandlung aus. Der durch das Kochen zerstörte Stoff, der Stärke in Zucker, also in eine lösliche Form umbilden kann,

Digitized by Google

ist eine eigentümliche Substanz, man nennt sie Ptyalin, die anscheinend nicht im Zungenspeichel sich findet, wohl aber besonders reichlich von der Ohrspeicheldrüse abgeschieden wird.

Durch diesen Prozeß wird die Stärke in unserer Nahrung zunächst der Verdauung näher geführt, und der so „vorgedaute" Bissen wird im Magen weiter verdaut. Auch der Magen besitzt Drüsen und diese sondern den Magensaft ab, auch eine Art Speichel, Magenspeichel. Der Magensaft ist aber eine stark saure Flüssigkeit, die wiederum auf Nahrungsstoffe merkwürdig einwirkt. Dieser Saft kann Rohrzucker in einfachere Zuckerarten spalten, Eiweiß verdauen, Milch zum Gerinnen bringen und Fette zerlegen (in Glyzerin und Fettsäuren). Der Zucker wird durch die Säure gespalten. Diese Säure ist Salzsäure, dieselbe, die man für billiges Geld in Apotheken kaufen kann. Die Verdauung des Eiweißes besorgt ein merkwürdiger Stoff, das Pepsin, die Gerinnung der Milch ein anderer, ebenso zauberhafter, das sogenannte Labenzym, das Fett wird zerlegt durch das Magensteapsin. Ptyalin, Pepsin, Labenzym, Steapsin — Namen, nichts als Namen, bei denen man sich nichts denken kann. Wir wollen versuchen, diesen Namen begrifflich beizukommen.

Die Substanzen, von denen hier die Rede ist, nennen wir Fermente, Enzyme oder Zymasen. Es sind kompliziert zusammengesetzte Eiweißsubstanzen, über deren Aufbau der Chemiker uns noch keinen Aufschluß geben kann. Wir wissen nur, daß sie wirken, und nur bei Temperaturen, die 55° nicht übersteigen. Wie sie wirken, mag ein Beispiel erläutern.

Wenn man verdünnte Zuckerlösungen, z. B. Fruchtsäfte, Traubensäfte „sich selbst" überläßt, so wissen wir, daß sie zu gären anfangen, es wird der Zucker in Alkohol und Kohlensäure gespalten und es entsteht in diesem Fall Wein oder

Digitized by Google

Bier, also ein alkoholisches Getränk. Überhaupt werden alle unsere geistigen Getränke so durch Gärung hergestellt. Lange hat man heftig über die Ursachen dieser Gärung gestritten, heute wissen wir, daß dazu die Anwesenheit eines Gärungserregers, eines lebenden Wesens, der Hefezellen, nötig ist. Über das „*wie*" war man ebenso lange im Unklaren, ob *die Gärung* eine direkte Lebenstätigkeit, sozusagen eine Funktion der Hefezellen sei, oder ob, woran Liebig hartnäckig festhielt, sich hier ein rein chemischer Prozeß abspielte. Da brachte vor etwa zehn Jahren Buchner Licht in die dunkeln Fragen. Er konnte durch ungeheuren Druck aus den zerriebenen Hefezellen einen Saft herstellen, eine tote, zellfreie Flüssigkeit, die ganz genau so die Gärung hervorrief, wie die lebende Zelle. Und wunderbar, diese Substanz wird bei der Tätigkeit nicht verbraucht, sie nützt sich nicht ab, ihre bloße Anwesenheit genügt, um unbegrenzte Mengen Zuckerlösung in Alkohol zu verwandeln. Also von den Zellen wird ein totes Produkt, eine chemische Substanz, „Ferment", „Enzym" oder „Zymase", hergestellt, die *nur durch ihre Anwesenheit* die chemische Spaltung von Zucker und Alkohol und Kohlensäure bewirkt.

Nachdem dies einmal erkannt war, ging man daran, auch andere lebende Substanzen auf ihre Fermentproduktion zu untersuchen. Das Resultat ist erstaunlich. Man hat erkannt, daß *alle* die komplizierten chemischen Umsetzungen, die im Körperlaboratorium vonstatten gehen, auf Fermentwirkung beruhen. In ungezählten Fällen ist es gelungen, aus dem Innern der Zellen solche Fermente ans Licht zu ziehen; und man hegt die Hoffnung früher oder später für *jede chemische Reaktion in irgendeiner Zelle, irgendeiner lebenden Substanz das zugehörige Ferment* zu finden. Denn jede chemische Substanz bedarf zu ihrer Zersetzung eines ganz besonderen, ihr eigenen Enzyms. Das Eiweiß in Ver-

Digitized by Google

bindung mit Salzsäure wird durch das Pepsin gespalten, im Darm, wenn die Säure abgestumpft ist, durch Trypsin, das Fett durch die sog. Lipase, das fettspaltende Ferment, die Milch gerinnt bei Anwesenheit des Labferments. (Hammarsten stellte es rein dar: 1 Gramm genügte, um 800 l Milch zum Gerinnen zu bringen!) Überall, wo sich Leben regt, von der einfachsten einzelligen Amöbe durch die ganze Tier- und Pflanzenwelt sind diese Fermente zu finden. Wo der Pflanzensamen noch schlummert und der günstigen Bedingungen harrt, die ihn zum Leben wecken sollen, da sind keine Fermente zu finden, aber in dem Augenblicke, wo sich das Leben regt, bilden sich auf bisher unerklärliche Weise die Fermente, die der werdenden Pflanze die Mittel geben, die aufgespeicherte Stärke, den Zucker, das Fett und Eiweiß des Samens zu verwerten. Vergleichen wir damit die Kunst des Chemikers: er kann viele chemische Prozesse hervorrufen, auch einige von denen, die in den lebenden Wesen täglich, stündlich vonstatten gehen. Aber mit welchen Mitteln! Ein Arsenal von Gerätschaften muß er zur Verfügung haben, Retorten und Gläser und Stative und Kochapparate, Thermometer und andere kompliziertere Instrumente. Er muß auch über eine Summe von starken Kräften verfügen, hohe Hitze, starken Druck oder umgekehrt Luftleere, er verwendet starke Säuren oder starke Alkalien, um die chemischen Körper zu zwingen, die Verbindungen einzugehen, die er darstellen will. So kann es freilich die lebende Zelle nicht machen. Ihre chemischen Reaktionen verlaufen bei der Temperatur des Körpers geheimnisvoll ohne Apparate. Der Chemiker möchte vor Neid platzen. Wenn man einen — allerdings etwas hinkenden — Vergleich anstellen wollte, so könnte man sagen, daß der Chemiker einem Menschen gleicht, der gewaltsam ein Schloß sprengt, um es zu öffnen, während der lebende Organismus für jedes Schloß den passenden Schlüssel herstellt und es spielend

Digitized by Google

öffnet. Diese Schlüssel sind die Fermente. Chemisch sind die Fermente eiweißähnliche Verbindungen; ihre nähere Zusammensetzung ist noch durchaus unbekannt, so daß man sie auch nicht durch chemische Analyse, sondern nur durch Beobachtung ihrer Wirkung unterscheiden kann.

Und nun zurück zum Magen. Der Magen spaltet, wie wir sahen, Rohrzucker, Eiweiß und Fette, bringt Milch zum Gerinnen. Alles dies ist Wirkung von Fermenten, die der Magen produziert.

Nun wird der Speisebrei aus dem Magen entleert und im Anfangsteil des Darms plötzlich mit einem Flüssigkeitsstrom überschüttet, zusammengesetzt aus der von der Leber produzierten Galle und dem Saft der Bauchspeicheldrüse, des Pankreas. Der Pankreassaft enthält mehrere Fermente, eines um Fette (in Glyzerin und Fettsäuren), ein zweites, und zwar recht energisches, um Eiweiß zu spalten, und ein drittes, um Stärke in Zucker zu verwandeln, ähnlich dem Ptyalin.

Die Galle ihrerseits löst durch ihren hohen Gehalt an gallensauren Salzen die Fettsäuren auf (die Hausfrauen gebrauchen zu dem Zwecke ja auch Gallseife), die auf diese Weise gelöst und dann vom Körper aufgenommen werden. Auch der Darm sondert einen Saft ab, der weiter bei der Verdauung tätig ist.

Soviel ungefähr wußte man vor einigen Jahren von der Verdauung. Ein Tatsachengerüst ohne Fleisch und Blut, ohne den inneren Zusammenhang des Lebens, in dem eines in das andere greift. Heute sind unsere Kenntnisse in dieser Richtung in überraschender Weise ergänzt. Das Verdienst, diese Zusammenhänge der einzelnen Tatsachen gefunden zu haben, gebührt einem Russen, Prof. Pawlow*),

*) Pawlow, Die Arbeit der Verdauungsdrüsen. Wiesbaden 1898. Pawlow, Das Experiment als zeitgemäße und einheitliche Methode mediz. Forschung. Wiesb. 1900.

Digitized by Google

der mit erstaunlichem Scharfsinn das Problem der Verdauung bearbeitet und uns unermüdlich mit immer neuen Resultaten seiner Forschungen überrascht.

Und nun wollen wir sehen, zum Teil mit Pawlows eigenen Worten, wie der Verdauungsvorgang von statten geht. —

„Werfen Sie eine Handvoll kleiner Kieselsteine in das Maul des Hundes und zwar von einer gewissen Höhe, damit der mechanische Reiz ein stärkerer ist: der Hund wird sie benagen, sie in der Mundhöhle hin und herschieben, ja sie das eine oder andre Mal verschlucken, und dennoch wird gar kein Speichel fließen, oder es werden sich nur ein bis zwei Tropfen zeigen. Gießen Sie Eiswasser in das Maul des Hundes oder schütten Sie Schnee hinein, wiederum werden Sie keinen Speichel sehen. Offenbar ist er in diesen Fällen nicht nötig. Schütten Sie aber Sand in das Maul, so wird der Speichel in Menge fließen, weil Sand nicht anders wegzubringen ist, als durch einen Strom von Flüssigkeit. Auf alle Stoffe, die der Hund zurückweist, wie z. B. Säuren, Salze, bittere und ätzende Substanzen, wird ebenfalls viel Speichel fließen, weil sie neutralisiert, verdünnt oder aus der Mundhöhle fortgeschwemmt werden sollen. Diese Erklärung wird, wie mir scheint, in genügender Weise durch die ganz konstante und präzise Tatsache gestützt, daß auf alle zu entfernenden Stoffe ohne Unterschied aus den Mucin- (Schleim-) Drüsen ein dünnflüssiger, wässriger, nur Spuren von Mucin enthaltender Speichel fließt, während auf alle eßbaren Substanzen ein zäher mucinreicher Speichel abgesondert wird, der den Speiseballen schlüpfrig machen soll, damit er leichter die Speiseröhre herabgleitet. Außerdem aber steht die Menge des Speichels, der auf die Nahrung fließt, in enger Beziehung zur Trockenheit der Nahrung: je trockener die Speise, desto mehr Speichel, ein schlagender Beweis für die

Digitized by Google

Anpassung der ersten Verdauungsdrüsen an den physikalischen Zustand der Nahrung.“ ...

Und nun wird die Sache noch merkwürdiger. Alle diese Anpassungserscheinungen, die bei Einführung der Substanzen in den Mund beobachtet wurden, wiederholten sich in striktester Weise auch, wenn die Forscher aus der Entfernung wirkten, wenn sie nur die Aufmerksamkeit auf diese Reizmittel richteten. „Wenn wir uns den Anschein gaben, als wollten wir dem Hunde Steinchen in das Maul werfen, ihm Sand hineinschütten, etwas Unangenehmes hineingießen oder ihm endlich diese oder jene Nahrung verabreichen, so trat sofort eine Speichelabsonderung ein, oder sie trat nicht ein, wie es den Verhältnissen entsprach. Sie necken den Hund mit Sand und sofort kommt aus den Schleimdrüsen ein flüssiger Speichel; Sie necken ihn mit Futter und erhalten einen zähen Speichel. Zeigen Sie dem Hunde ein trockenes Futter (trockenes Brot), so fließt viel Speichel, selbst dann, wenn der Hund Ihrem Futter kein großes Interesse entgegenbringt. Wenn hingegen der Hund ein wasserreiches Futter erblickt (z. B. Fleisch), so wird viel weniger Speichel fließen, als im vorhergehenden Falle, wie gierig auch das Tier nach dem Fleische sein mag. Besonders deutlich ist die zuletzt erwähnte Tatsache an der Ohrspeicheldrüse zu sehen. Auf diese Weise hat sich ganz unerwartet zur Physiologie der Speicheldrüsen ihre Psychologie gesellt, sogar mehr als dies: die Psychologie hat vielfach die Physiologie verdrängt. In der uns offenbarten Psychologie der Speicheldrüsen finden wir alle Elemente dessen, was wir geistige Tätigkeit nennen: Empfindung, Wollen und leidenschaftloses Denken, eine Beurteilung der in die Mundhöhle eingeführten Stoffe.“

Noch wunderbarer wird dieser ganze staunenswerte Anpassungsmechanismus dadurch, daß sich herausgestellt hat, daß auch die chemische Zusammensetzung des Speichels

Digitized by Google

— der hauptsächlich ja Mehl vorverdauen soll — verschieden ist nach der Art des Brotes oder Mehles.

Der Mensch hat einen ganz dünnwandigen Magen im Gegensatz z. B. zu den Vögeln, diese haben ja keine Zähne, um die Nahrung zu zerreiben, der Magen ist also bei ihnen auch Kauorgan. Bei uns ist das Zerreiben im Magen nicht mehr nötig. Die Speisen werden hier nur gemischt und geknetet, damit der Magensaft besser angreifen und chemisch umwandeln kann. Diese Umwandlung erstreckt sich, wie wir neuerdings wissen, auf eine Veränderung eingeführter Stärke (in Dextrin, Zucker und Milchsäuren), auf eine Spaltung fein verteilten Fettes (z. B. Milch) und die Gerinnung eingeführter Milch. Hierbei fällt der Käse in Klumpen aus, um sich später wieder zu lösen. Warum, so fragt man sich, mag denn nun die Milch erst zur Gerinnung gebracht werden, da dieses geronnene Eiweiß ja doch wieder gelöst werden muß? Müßte nicht das ungeronnene Eiweiß leichter löslich sein? Wozu also diese unnötige Arbeit? Wozu ein besonderes Ferment dafür, das Labferment? Gewiß muß das seine Bedeutung haben, die wir allerdings nur vermuten können. Wahrscheinlich gerinnt die Milch deswegen, weil, wie wir noch sehen werden, sie sonst zu rasch in den Darm entleert, als Flüssigkeit nicht genügend verdaut und zu rasch den Darm verlassen würde. Die festen Stücke werden nur langsam weiter gegeben.

Die wichtigste Arbeit des Magensaftes ist indes Eiweiß zu verdauen; aber nicht alle Eiweißarten werden gleichmäßig verdaut, am leichtesten und vollständigsten das der leimgebenden Substanzen, vor allen das Gewebe, das die Muskeln zusammenhält, Fasern und Sehnen. Der Mageninhalt bleibt nun aber merkwürdigerweise nicht so lange im Magen, bis der ganze Inhalt wirklich verdaut ist, d. h. vom Körper aufgenommen werden kann, sondern der Magen entleert sich bedeutend eher. Und zwar, sobald der

Digitized by Google

Inhalt so breiig oder flüssig ist, um es zu gestatten. Flüssigkeiten verlassen den Magen — mit einigen Unterschieden in der Geschwindigkeit — sehr bald. Der breiige Mageninhalt verläßt zunächst nur in kleiner Portion durch die Öffnung nach dem Darm, den sogenannten Pförtner, den Magen und gelangt in den Darm. Sofort wird die Öffnung wieder krampfhaft verschlossen. Der Pförtner wacht und läßt nicht eher wieder eine Portion durch, als bis die vorige im Dünndarm von dem alkalischen Saft der Galle und Bauchspeicheldrüse völlig durchtränkt ist. Wenn man bei gefülltem Magen verdünnte Salzsäure oder reinen Magensaft durch eine Fistel unterhalb des Magens tropfenweise in den Darm einfließen läßt, so tritt nichts aus dem Magen, man kann den Magen unbegrenzte Zeit so gefüllt halten! Ein ganz wunderbarer Regulationsmechanismus. Daraus können wir also schließen, daß nicht in der Verdauungsarbeit die eigentliche Tätigkeit des Magens besteht, sondern seine Bedeutung für den Organismus wo anders zu suchen ist*). Er ist ein vorläufiger Behälter für die Speisen, damit der Darm nicht allzu plötzlich mit großer Verdauungsarbeit überlastet wird. Zu diesem Zwecke werden die Speisen vorverdaut, die Fasern, Sehnen usw. werden aufgelöst, so daß die Fleischstücke und die anderen Speisen zu einem groben bröckligen Brei zerfallen, der nun für die Verdauungssäfte des Darmes besser zugängig ist. Auch in anderer Beziehung ist er noch ein Schutzorgan des Darmes. Zunächst schützt er ihn vor allzu hohen und niedrigen Temperaturen. Ferner hat er die Fähigkeit, Bakterien, die mit der Speise hineingelangen, abzutöten. Nicht alle Bakterien. Aber doch sehr viele und zwar hauptsächlich solche,

---

*) Tigerstedt, Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Leipzig 1905.

Digitized by Google

die für den Körper sehr gefährlich sind, z. B. Cholerabazillen. Man hat die Wahrnehmung gemacht, daß bei den Choleraepidemien gerade diejenigen Personen am ehesten gefährdet waren, die an Störungen der Magenfunktionen litten.

Wenn wir keinen Magen hätten, dann müßten wir zunächst für kleine Mahlzeiten sorgen, denn große könnte der Darm so plötzlich nicht bewältigen. Die Nahrung müßte breiig sein, da der Darmsaft sonst nicht hinreichend einwirken könnte. Die Speisen dürften nicht zu heiß und nicht zu kalt sein, etwa in den Grenzen wie die Tiere sie zu sich nehmen. Sie müßte möglichst bakterienfrei sein. Alles das sind Forderungen, die wir nicht erfüllen können. Wir wären erbarmungslos einer Fülle von unberechenbaren Zufällen und Einflüssen preisgegeben, die uns bald zugrunde richten würden. Erst der Besitz des Magens erlaubt es uns, unsere Nahrung auf eine sehr breite Basis zu stellen.

Warum verdaut sich der Magen denn nicht selber? Die Zellen des Magens bestehen ja aus verdaulichen Stoffen, Eiweiß und Leim, Verdauungssaft ist genügend da. So ist die Frage durchaus nicht überflüssig und die alten Physiologen haben sich den Kopf darüber redlich zerbrochen. Beim toten Menschen oder Tier kann, besonders bei warmer Temperatur, der Magen im Nu verdaut werden. Aha, dachte man, der lebende Magen ist geschützt durch das „Lebensprinzip", die Lebendigkeit der Teile. Aber, man übersah, daß dadurch die Frage keineswegs gelöst war. Und Pavy bewies außerdem, daß die Lösung falsch war: er brachte das eine Ohr eines lebenden Kaninchens in die Magenfistel eines Hundes, und siehe da — es wurde angefressen, angedaut. Also war's nichts mit dem „Lebensprinzip". Diese knifflige Frage können wir auch erst heute beantworten. Wir wissen, daß die Magenzellen dadurch geschützt sind, daß sie gegen das Pepsin einen Gegenstoff,

Digitized by Google

ein Antipepsin in sich bergen, ebenso die Zellen der Darmwand ein Antitrypsin zum Schutz gegen die Wirkung des Trypsin. Im Tode hört diese Bildung auf, da aber noch genügend Magensaft im Darm vorhanden zu sein pflegt, kann nach dem Tode, besonders bei Leuten, die in voller Verdauung plötzlich umgekommen sind, der Magen sich selbst verdauen. Fehlt im Magen ein Stück der Schleimhaut (Magengeschwür), so können die Ränder dieses Geschwürs wegen des fehlenden Schutzes der Schleimhautdecke auch

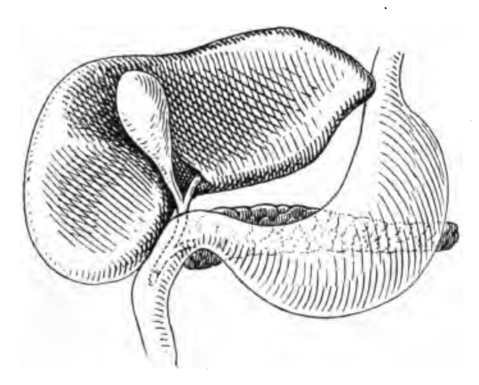


Fig. 20. Leber, Magen und Bauchspeicheldrüse (Pankreas), der Gallengang und der Bauchspeichelgang.

angefressen werden, ja zuweilen wird das ganze Geschwür durchbohrt, es entsteht ein Loch im Magen.

Man hat, wie gesagt, den Magen früher überschätzt (hinsichtlich der Verdauung), neuerdings hat man ihn unterschätzt, weil man sowohl im Tierexperiment als auch beim Menschen zu Heilzwecken den ganzen Magen hat entfernen können, ohne dauernden Schaden für die Gesundheit danach zu beobachten. Hat man doch bei Leuten ohne Magen Gewichtszunahmen konstatiert. Doch gingen magenlose Hunde,

Digitized by Google

denen man faules Fleisch vorsetzte, binnen kurzer Zeit an Darmstörungen zugrunde.

Der wichtigste und größte Teil der Verdauung wird im Darm ausgeführt. Hauptsächlich unter der Einwirkung des Saftes der Bauchspeicheldrüse. Unterhalb des Magens münden in den Zwölffingerdarm durch eine kleine Öffnung an derselben Stelle zwei Kanäle, der eine, der Gallengang, ist das Ausflußrohr der Gallenblase, der andere ist der Sammelkanal für alle die feinen Kanälchen, die den Saft der Bauchspeicheldrüsen, den Bauchspeichel, zum Darm leiten.

Unterhalb des Magens münden in den Zwölffingerdarm durch eine kleine Öffnung an derselben Stelle zwei Kanäle, der eine, der Gallengang, ist das Ausflußrohr der Gallenblase, der andere ist der Sammelkanal für alle die feinen Kanälchen, die den Saft der Bauchspeicheldrüsen, den Bauchspeichel, zum Darm leiten.

Wie der Übertritt des Speisebreis aus dem Magen in den Darm reguliert wird, haben wir oben gesehen. Sobald die Speisen in den Darm eingetreten sind, werden sie mit Saft geradezu überschüttet. Dieser Saft besteht aus der Galle und dem Bauchspeichel. Bekanntlich ist die Galle ein Produkt der Leber, die fortwährend gebildet und zunächst in einem Reservoir, der Gallenblase, aufgespeichert wird, um von hier in den Darm durch den Gallengang entleert zu werden, eben auf derselben Stelle, wo der Pankreassaft in den Darm sich ergießt. Wozu dient nun die Galle? Beim nüchternen Tiere fließt kein Tropfen Galle in den Darm. Auch nicht nach Zufuhr von Wasser, Säuren, rohem Eiereiweiß. Wohl aber spritzt sofort ein starker Schuß von Galle in den Darm, wenn vorgebautes Eiweiß oder Fett in den Darm gelangt. Die Bedeutung der Galle besteht darin, daß sie die weitere Einwirkung des Pepsins aufhebt, dafür aber die Fermente der Bauchspeicheldrüse wirksam

Digitized by Google

macht, besonders das fettspaltende Ferment wird durch die Galle verstärkt. Das ist wieder etwas sehr merkwürdiges. Hatten wir vorhin die Fermente mit einem Schlüssel verglichen, der das Schloß öffnet, so streift die Galle von diesem Schlüssel gewissermaßen die Hülle ab, damit der Bart schließen kann. Die Menge der abgeschiedenen Galle steht genau im Verhältnis zu der Absonderung der Bauchspeicheldrüse. Und wenn vom Bauchspeichel die Fette gespalten sind, so „verseift" sie die Galle und führt sie dem Körper zu.

Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß die Bauchspeicheldrüsen genau so psychologisch geschult sind, wie die Speicheldrüsen (und auch der Magen). Sie passen sich im Moment der jeweiligen Nahrung an. Die Menge, Art und Zusammensetzung des Bauchspeichels richtet sich genau nach dem notwendigen Bedarf. Das ist auch von großer praktischer Bedeutung. Denn der kostbare Verdauungssaft darf nicht nutzlos verschwendet werden, die Drüse müßte ihn ja doch wieder produzieren. Und seltsam, je nach der Art des Eiweißes richtet sich das Ferment der Bauchspeicheldrüse. Für jedes verschiedene Eiweiß, Fleisch, Hühnereiweiß, Sehnen ein bestimmtes verschiedenes Ferment.

Nehmen wir diesen Anpassungsmechanismus noch einmal unter die Lupe. Um was handelt es sich? Der Körper braucht Nahrung. Er muß also einen Teil der Außenwelt sich stoffeigen machen. Denn das ist ja die Nahrung. In ungeheurer Mannigfaltigkeit präsentiert sie sich. Wenn nun nach bureaukratischem Schema — wie man sich das früher vorstellte — eine bestimmte, immer dieselbe, Art von Verdauungssaft mit allen wirksamen Stoffen, die der Organismus zur Verdauung besitzt, auf die Nahrung losgelassen würde, wieviel nutzbare, wertvolle Verdauungssubstanz wäre dann vergeblich produziert, verschwendet, weil bald dieser, bald jener Teil des Saftes sich nicht betätigen könnte wegen Mangels an angreifbarer Substanz! Demgegenüber die

Digitized by Google

Wirklichkeit mit ihrem unerschöpflichen Füllhorn von Möglichkeiten. Nur das, was nötig ist, wird in wunderbarer Anpassung zu jedesmaligem Bedarf produziert. So schont der Organismus sich und seine Kräfte. Das einzige Verdauungsorgan, das davon eine Ausnahme macht, ist die Leber. Die hat immer einen Vorrat von Galle fertig auf Lager, in jedem Augenblick zur Verwendung bereit. Also geht es bei ihr nicht nach Qualität, sondern nach Quantität. Außer der Leber gibt es nicht eine einzige Verdauungsdrüse, die ein Reservoir sich leisten kann. Und alle diese Drüsen, die nicht solch eine Vorratskammer für ihren Saft besitzen, arbeiten für jeweiligen Bedarf. Nach dem Gesetz der momentanen Anpassung. Sie müssen, um Pawlows Worte zu wiederholen, „empfinden, wollen und leidenschaftslos denken."

Auch der Darm verdaut, hat seine Verdauungsdrüsen. Ganz ursprünglich, d. h. bei niedersten Tieren, sind Leber und Bauchspeicheldrüse auch nichts anderes, als Teile des Darms, die sich vorbuchten, auswölben, und dann als Organe außerhalb des Darms sich präsentieren. Der Darmsaft hat, wie Pawlow bewiesen hat, die Fähigkeit, die Wirksamkeit aller Fermente der Bauchspeicheldrüse zu erhöhen. Besonders das eiweißspaltende Ferment wird außerordentlich verstärkt. Diese merkwürdige Fähigkeit beruht, wie nachgewiesen werden konnte, wiederum auf dem Vorhandensein eines Ferments. Also ein Ferment, um ein anderes in Betrieb zu setzen. Endlich gibt es im Darm noch ein Ferment, das Erepsin, das die Bruchstücke des Eiweißes noch weiter spaltet.

Nur an dem Punkte findet eine Absonderung von Darmsaft statt, wo sich jeweilig der Speisebrei befindet. Die Nahrung wird von dem Darm langsam weitergeschoben; wohin sie kommt, wird alles Verdauliche ausgezogen. So wird die Spreu von dem Weizen getrennt,

Digitized by Google

der unverdauliche Ballast von den nährenden Stoffen. Es ist klar, daß, je leichter verdaulich eine Nahrung ist, desto kürzer auch der Darm sein kann. Sonst hätte doch der letzte Darmabschnitt keinen anderen Zweck, als müßig der Verdauung des Speisebreis zuzusehen. Das wäre überflüssig. Überflüssiges gibt es aber im Körper nicht. Was da ist, muß arbeiten, oder verkümmert. So richtet sich in der Tat die Darmlänge nach der Verdaulichkeit der Nahrung. Das leicht verdauliche Fleisch hat nur einen kurzen Verdauungsweg nötig. Anders die harte Pflanzenkost. In den holzigen Teilen, den Zellulosehüllen, liegt die verdauliche Nahrung fest eingehüllt. Bis diese Hüllen erst geweicht, aufgeschlossen, verdaut sind, dazu bedarf es langer, harter Verdauungsarbeit. So ist es verständlich, daß die Fleischfresser einen kürzeren Darm haben, als die Pflanzenfresser. Man vergleiche den runden, tonnenförmigen Bauch des Rindes, Pferdes und der Pflanzenfresser überhaupt mit dem schlanken Raubtierleibe, den eingezogenen Weichen des Löwen, des Tigers, des Wolfes. Während beim Menschen der Darm etwa 6mal so lang als der Körper ist, übertrifft er beim Schaf die Körperlänge etwa 28mal. Bei den einzelnen Menschen zeigen sich, je nach der Art der Ernährung, bedeutende Differenzen in der Darmlänge.

Schon vor 50 Jahren hat Gruber nachgewiesen, daß die Länge des Darmkanals bei den Europäern in der Richtung von Südwest nach Nordost bedeutend zunimmt, d. h. daß man die größte Darmlänge in Norddeutschland und Rußland antrifft. Das erklärt sich daraus, daß diese nordöstlichen Völker mehr unverdauliche, grobe Nahrung zu sich nehmen, als die Südeuropäer.

Damit kommen wir auf die große Zeit- und Streitfrage des Vegetarianismus. Ist er nützlich? Besser, als Fleischernährung? Kann man bei vegetarischer Kost leben und besser — wie gesagt wird — als bei Fleischnahrung?

Digitized by Google

Wir haben anfangs erwähnt, wieviel Eiweiß, Fett und Kohlehydrate ein Mensch nötig hat. Unter ein gewisses Mindestmaß kann man nicht gehen. Diese Nahrung ist ein unbedingtes Erfordernis. Die Frage präzisiert sich also so: wie soll man seinen Eiweißbedarf decken? Wie die Vegetarier es tun, ohne den Genuß von tierischem Fleisch, oder mit Zuhilfenahme dessen? Worauf stützen sich denn die Vegetarier bei ihrem Tun? Abgesehen von gewissen theosophisch-religiösen Vorstellungen, die oft mit dieser Frage verquickt werden, und die uns hier nicht interessieren können, weil wir es nur mit der biologischen Seite der Frage zu tun haben, behaupten sie etwa folgendes: Das Fleischessen, sagen sie, sei schädlich und unnatürlich. Denn die „natürliche" Kost sei die vegetarische. Ihre Lebensweise sei gesunder und befähige zu größeren Kraftleistungen.

In der ersten Zeit unseres Lebens ernähren wir uns alle animalisch, mit Milch. Auf die Dauer genügt das nicht. Der Körper macht Ansprüche, die wir mit Milch allein nicht befriedigen können. Von rein tierischer Nahrung könnten wir freilich leben, d. h. unser Nahrungsbedürfnis bestreiten. Wenn wir es täten, würde die in dem Anfangsteil des Verdauungskanal völlig verdaute Nahrung in dem langen Darm nichts zu tun haben, als zu wandern. Der Darm fände keine Arbeit. Die Nahrung wäre ein „Fremdkörper" und würde wie dieser bald gewaltige Störungen hervorrufen. Katarrhe und Entzündungen. Also zweifellos ist reine Fleischkost dem Körper unzuträglich. Aber so töricht ist auch kein vernünftiger Mensch, sich auf diese Ernährungsart zu versteifen. Wir essen eben gemischte Kost. Die rein vegetarische Nahrung anderseits enthält unverhältnismäßig viel unverdauliche Bestandteile. Man braucht große Mengen, weil sie, im Verhältnis zum Fleisch wenig Eiweiß enthalten, dazu in schwer verdaulichen Zellulosehüllen. Man belastet also seine Verdauungsorgane in außerordent-

Digitized by Google

licher Weise. Beweis: der überlange Darm der mit grober Kost sich nährenden Völker. Außerdem enthalten — bei uns — die Vegetabilien so wenig Fett, daß man in unserem Klima seinen Fettbedarf kaum damit decken könnte. Allenfalls in südlichen Ländern, in denen der Genuß des Olivenöls eine große Rolle spielt. Das sehen auch die Vegetarier ein, und erlauben infolgedessen Eier, Milch, Butter, Käse. Darin sind allerdings die Nahrungsstoffe in genügender Weise enthalten, und daß man mit ihnen gut auskommen kann im Verein mit rein vegetabilischer Kost, ist natürlich. Diese Art von Vegetarismus, also nicht reine vegetabilische Ernährung, wird von den Vegetariern in der Regel betrieben. Daß sie mit solcher Ernährung zuweilen erstaunliche Proben großer Leistungsfähigkeit abgelegt haben, ist auch ohne weiteres zuzugestehen. Es dürfte dieses aber nicht so sehr auf das Konto der Ernährungsweise zu setzen sein, als darauf, daß erstens die Vegetarier auch gleichzeitig Abstinenzler zu sein pflegen und so nicht unter der schädigenden Wirkung des Alkohols stehen, zum andern, daß sie, schon aus Fanatismus für ihre „heilige" Sache mit einer wirklich heroischen Energie sich den schwersten Prüfungen unterziehen. Rein sachlich kann man also auf diese Weise die Frage der größeren Leistungsfähigkeit nicht entscheiden.

Die Vegetarier behaupten, die vegetabilische Nahrung sei die „natürliche". Also doch wohl die Nahrung, die die Menschen ursprünglich genossen zu der Zeit, als die Menschheit noch in der Kinderstube war. Das ist möglich. Wir wissen es nicht. Das war dann aber doch in der allerersten Menschheitszeit, denn der Eiszeitmensch nährte sich vom Bären, Renntier und anderem Fleisch. Aber die ursprünglichen Menschen, das könnte stimmen. Das war dann doch aber in einem anderen, tropischen Klima. Und Früchte und ölhaltige Nüsse bildeten die Nahrung. Heute dürfte es doch schwer halten, auf diese „natürliche" Nahrung zu-

Digitized by Google

rückzukommen. Denn abgesehen davon, daß die Natur nicht so freigebig ist, so viel zu produzieren, daß die ganze Menschheit mit dieser „natürlichen“ Nahrung versehen wird, würden auch die Früchte, so wie sie uns zur Verfügung ständen, allein zur Nahrung nimmer die nötige Menge an Bedarfsstoffen hergeben. Und wenn die Vegetarier weiter sagen, sie meinten ja die Baumfrüchte auch gar nicht, sondern die pflanzlichen Nahrungsmittel, das sei jetzt die „natürliche“ Nahrung, so ist diese Konstruktion unnatürlich. Denn bis der Mensch erst so weit war, daß er die Pflanzennahrung zubereiten konnte: die Samen zu Mehl mahlen, kochen und sonst zur Verdauung präparieren, darüber vergingen Jahrtausende seiner Kinderzeit. Der Mensch des Diluviums bedurfte keiner anderen Vorbereitung als der Zerteilung des Fleisches. Wenn endlich von der Schädlichkeit des Fleisches geredet wird — von den Folgen ausschließlichen Fleischgenusses sprachen wir schon —, so ist die Gefahr einer Vergiftung durch verdorbenes Fleisch und Wurstgift doch gewaltig übertrieben und jedenfalls nicht so groß, als die durch Giftpilze und andere Pflanzengifte. Eine andere Gesundheitsschädigung durch Fleischnahrung ist allerdings nicht ausgeschlossen, aber nur bei zu großem Verbrauch.

Alles in allem: Ganz rein vegetabilisch zu leben dürfte unmöglich sein. Bei einem gemäßigten Vegetarianismus kann der Mensch auskommen. Er bedarf dazu aber einer unverhältnismäßig großen Verdauungsarbeit, die derjenige, der den goldenen Mittelweg der gemischten Nahrung wandelt, sich sparen kann. Daß diese irgendwelche körperliche und gesundheitliche Nachteile hat, müßte erst noch bewiesen werden. Mir will es nicht einleuchten. Natürlich muß ein zu großer Fleischgenuß vermieden werden, von dem wir wissen, daß er den Körper schädigt. Das ist allerdings wahr, der moderne Mensch ißt zuviel Fleisch. Die entstehenden Schä-

Digitized by Google

den sind aber dann doch nicht der gemischten Nahrung als solcher, dem Prinzip, auf das Konto zu setzen, sondern den kulturellen Verhältnissen.

Eine merkwürdige Erscheinung im Darm sind die unendlichen Mengen von Bakterien. Den Laien gruselt's schon, wenn er von diesem unheimlichen Gezücht hört. Und doch ist, wie wir später sehen werden, die Bakterienfurcht ganz unbegründet. Sind doch die meisten Bakterienarten unentbehrliche Freunde des Menschen, ohne deren Mitwirkung er hilflos dastände, ohne Kultur und ohne Nahrung (Bodenbakterien und Gärungserreger). Aber nun sind sie auch im Innern des Körpers, im Darm, zu Milliarden zu finden. Seltsam. Und ohne irgendwelchen Schaden für den Körper. Der Darm hat sich schon vollständig auf deren Anwesenheit angepaßt. So angepaßt, daß er ihnen einen Teil seiner — Verdauungsarbeit überläßt und sie als Vorspann benützt. Im Dünndarm gibt es keine Bakterien, weil die Galle sie abtötet. Dafür sind sie im Dickdarm reichlich. Und hier überläßt ihnen der Körper die Zellulosehüllen des Kornes zur chemischen Zersetzung, so daß dessen nährende Stoffe aufgenommen werden können. Wenn frisch aus dem Ei kriechende Hühnchen mit vollständig bakterienfreiem Futter gefüttert werden, so fressen und verdauen sie unaufhörlich, nehmen aber beständig an Körpergewicht und an Kräften ab. Sobald sie aber Darmbakterien normaler Hühner aufnehmen konnten, nahmen die abmagernden Tiere an Gewicht zu. (Schottelius.)*) Also wenigstens für die Zelluloseverdauung scheinen die Bakterien eine Rolle zu spielen. So hat sich eine merkwürdige Anpassung der Bakterien an den Körper, und des Körpers an die Bakterien herausgebildet. Der Körper hat Vorteil von ihrer An-

*) Schottelius, Bakterien, Infektionskrankheiten und deren Bekämpfung. Stuttg., E. H. Moritz (Bibl. der Gesundheitspfl. Bd. 2.)

Digitized by Google

wesenheit und gibt ihnen dafür Kost, Wohnung und Schutz. Diese Versicherung auf Gegenseitigkeit, die in der Natur zwischen Lebewesen öfter anzutreffen ist, nennt man Symbiose.

Auf ihrer Passage gelangt die Nahrung auch an einen Abschnitt des Darms, der heute mehr denn je im Mittelpunkte des Interesses steht. Das ist der vielberüchtigte Blinddarm, dessen Namen schon in unserem nervösen Geschlecht ein Gefühl gemischt aus Respekt und Abscheu hervorruft. Es ist ja auch wahr, die Zahl der Erkrankungen an Blinddarmentzündung mehrt sich in erschreckender Weise. Das heißt, nicht eigentlich der Blinddarm ist der sündige Teil, sondern sein Anhängsel, der Wurmfortsatz. Über seine Bedeutung haben sich schon viele Gelehrte den Kopf zerbrochen. Da man sah, daß man den erkrankten Wurmfortsatz ohne Schaden für die Gesundheit wegnehmen konnte, folgerte man: ergo ist er überflüssig, unzweckmäßig. Und die letzten Konsequenzen aus dieser Folgerung zog man radikal in dem Lande der unbegrenzten Möglichkeiten: man schnitt bei neugeborenen Kindern den gesunden Wurmfortsatz fort. Jetzt waren sie wenigstens vor späterer Erkrankung sicher. Corriger la nature.

In der Tat haben wir für einen normalen Ablauf unserer körperlichen Funktionen den Blinddarm samt Wurmfortsatz nicht nötig. Ja, die Natur sorgt selbst für ein stetes Kleinerwerden, Verkümmern dieses Organes. Also, so fragen wir, wie mag der Wurmfortsatz zu deuten sein? Denn daß er nur zur Dekoration im Leibe hänge, will uns auch wenig plausibel erscheinen. Überall, wo wir irgendein Organ irgendeines Tieres sehen, sind wir berechtigt, nach der Bedeutung dieses Organs zu fragen. Darauf beruht ja überhaupt erst die Möglichkeit einer naturwissenschaftlichen Forschung, daß wir in der Natur nicht ein Konglomerat von Zufälligkeiten zu sehen gewohnt sind,

Digitized by Google

sondern eine „zweckmäßige“ Beschaffenheit der Organismen. Mit diesem Begriff der Zweckmäßigkeit greife ich in ein Wespennest widersprechender Ansichten. Aber die Tatsache, daß jeder Organismus für seine Lebensweise zweckmäßig eingerichtet ist, hat so sehr die Bedeutung eines Naturgesetzes, daß wir, wenn wir ein Organ treffen, über dessen Zweck wir uns nicht klar sind, solange suchen und forschen, bis wir das Geheimnis enthüllt haben. Darauf beruht ja schließlich eben der Fortschritt der Biologie, daß man sich nicht beruhigt, wenn man über den Zweck eines Organs nicht ins Klare kommen kann. Nun könnte es allerdings sein, daß der Zweck, der doch schließlich der Ausdruck einer den jeweiligen Bedürfnissen entsprechenden Anpassung ist, nicht mehr zu erkennen ist, weil die Lebensbedingungen sich geändert haben. Dann werden wir aber immer noch fragen können: Wie kam dieses Organ zu seiner Existenz? Und es bleibt uns nichts anderes übrig, als in der Geschichte des lebenden Wesens, hier des Menschen, nachzuforschen, ob nicht früher einmal Bedingungen vorlagen, die die Existenz des Organs, hier des Blinddarms, als zweckmäßige Anpassung notwendig machten.

Wir sehen umstehend einige Abbildungen von dem Wurmfortsatz und Blinddarm verschiedener Tiere. Daraus geht hervor, daß er bedeutend größer ist bei den Pflanzenfressern, als den Fleischfressern, und daß die sehr niedrig stehenden Beuteltiere diesen Darmabschnitt am meisten entwickelt haben. Nach Owen ist bei einem in Australien lebenden Beutelbären der Blinddarm über dreimal so lang wie der ganze Körper. Und beim Kaninchen nimmt der gefüllte Blinddarm beinahe ebenso viel Platz in Anspruch, wie der ganze übrige Darm. Bei den Pflanzenfressern unter unseren Haustieren ist er am meisten entwickelt bei den Pferden. Hier sehen wir auch noch eine Funktion. Der Blinddarm, hier etwa 1 m lang, hat beim Pferde gewissermaßen die

Digitized by Google

Bedeutung eines zweiten Magens. Das aus dem Dünndarm anlangende Futter gelangt in den Blinddarm und wird hier einer ähnlichen kreisförmigen Bewegung unterzogen, wie im Magen, um nach beendeter Arbeit wieder in den Ausgangspunkt, den Darm entleert und weiter befördert zu werden. Man schreibt dem Blinddarm die Verdauung der Rohfaser, also des Strohs und der Schalen des Hafers zu, die in Traubenzucker umgewandelt und

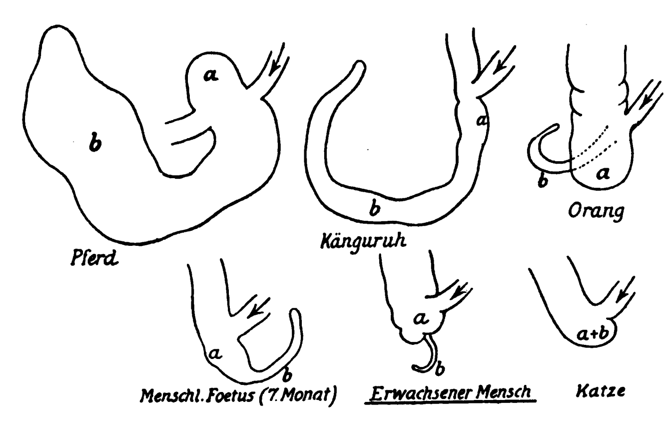


Fig. 21. Blinddarm verschiedener Tiere und Menschen.
a) Blinddarm. b) Wurmfortsatz des Blinddarms.

dem Körper nutzbar gemacht wird. Daraus ist verständlich, daß der Fleischfresser keinen Blinddarm braucht. Man vergleiche den Blinddarm der Katze. Damit steht auch im Einklange, daß die Wiederkäuer nur einen kurzen Blinddarm haben, weil diese in dem ihnen eigentümlichen komplizierten Apparat des dreifachen Vormagens ein anderes Organ wenigstens zur Vorverdauung der Zellulose haben.

Bei dem Menschen ist aus dem Blinddarm und dem Wurmfortsatz ein ganz kleines Anhängsel geworden. Das

Digitized by Google

ist ohne Zweifel eine Verkümmerung, eine Rückbildung. Und wenn wir nun den Menschen, wie wir es mehrfach getan haben, als ein in unendlichen Zeiträumen aus niederen Lebewesen hervorgegangenes Produkt der Entwicklung betrachten, so wird man mich verstehen, wenn ich so meine Ansicht zusammenfasse: Der Blinddarm und Wurmfortsatz sind Anpassungserwerbungen der lebenden Wesen aus einer uralten Periode der Entwicklung an harte Pflanzenkost. So ist er noch in großer Länge bei unseren niedrigst entwickelten Säugetieren, den Beutlern (Känguruh, Beutelbär) anzutreffen. Bei fortschreitender Entwicklung konnte er bei Fleischfressern eine bedeutende Rückbildung erfahren. Bei ihnen sehen wir ihn am kleinsten. Aber auch Pflanzenfresser konnten ihn zurückbilden (vielleicht weil der ausgedehnte Blinddarm bei der Verdauung durch Druck auf die Unterleibsorgane schädlich war?), indem sie den Wiederkauapparat entwickelten. Wieder andere Lebewesen, wie der Mensch, der von gemischter Nahrung lebt, paßte sich allmählich an eine Symbiose mit Darmbakterien an, die so freundlich waren, die Funktion des zelluloseverdauenden Organs, des Blinddarms, zu übernehmen, der durch seine Lage bei dem aufrechtgehenden Menschen ganz gewiß nicht ungefährlich war für die normale Funktion der Unterleibsorgane, besonders den Frauen bei Schwangerschaft und Entbindungen sehr unangenehm werden mußte.

So ist meine Ansicht, die ich dem Leser nicht als alleinseligmachende aufoktroyieren möchte. Zugeben muß man aber, daß es sich um ein für unsern Organismus jetzt bedeutungsloses, verkümmertes Organ handelt. Jetzt kann man aber fragen, warum denn überhaupt dieses Anhängsel noch da ist? Warum es nicht von dem Körper jetzt als überflüssig abgeschafft ist? Ja, das ist nicht so leicht. Alles, was der Organismus in mühsamer Anpassungsarbeit sich erworben, das hält er zäh fest, auch wenn beim Wechsel der

Digitized by Google

Lebensbedingungen das Organ jede Bedeutung verloren hat. Das ist ein Gesetz, das wir mit unzähligen Beispielen belegen können.

Ein krasses Beispiel dafür bieten z. B. die hinteren Extremitäten des Grönlandwals. Eine uralte Akquisition der Wirbeltiere, haben sie beim Walfisch, der sich wieder ins Wasser gewagt hat, jede Bedeutung verloren, und liegen — mitsamt ihren ausgebildeten Knochen, Becken, Ober- und Unterschenkel — tief im Speck verborgen. Ein anderes Beispiel vom Menschen. Für Tiere, die sich vor Feinden in acht nehmen müssen, ebenso für solche, die ihre Beute beschleichen wollen, ist ein feines Gehör von größter Wichtigkeit, ja zur Erhaltung des Lebens notwendig. Das gute Gehör erfordert Muskeln, die die Ohrmuscheln bewegen, zum besseren Auffangen des Schalles. Die Pferde, Hunde usw. „spitzen" die Ohren. Solche Muskeln hat der Mensch auch einst gehabt, aber sie sind überflüssig geworden. Jeder Mensch besitzt sie noch in kümmerlichen Resten, aber nicht mehr zur Benutzung, allenfalls, daß jemand durch Übung sich eine gewisse Meisterschaft in der Bewegung der Ohren, in der Verwertung der kümmerlichen Muskelkraft als Kuriosität aneignet.

Wie soll man nun diese Kümmerorgane bewerten? Nehmen wir einen Vergleich aus dem täglichen Leben: Es baut sich jemand einen Brunnen, weil er ihn nötig hat. Das ist zweckmäßig. Bald darauf schafft die Gemeinde eine Wasserleitung. Diese Wasserversorgung ist bequemer und besser. Er benutzt nun diese. Aber als ökonomischer Hausherr scheut er die Kosten den Brunnen zuwerfen zu lassen. Er ist ja niemandem im Wege. Er läßt ihn nur zudecken. Der Deckel wird morsch im Lauf der Jahre, aber er hat kein Interesse, an den Brunnen noch unfruchtbares Geld zu verschwenden. Da — ist eines Tages ein Kind in den Brunnen gefallen. Nun frage ich: war

Digitized by Google

nach dem Auftauchen der Wasserleitung der Brunnen zweckmäßig oder unzweckmäßig? Keines von beiden, er war überflüssig, und weil er das war, und für den Besitzer interesselos wurde, nicht mehr Gegenstand sorgfältigster Fürsorge war, da ereignete sich etwas, das — in seinen Folgen — für die menschliche Gemeinschaft unvorteilhaft war.

So ist's mit dem Blinddarm. Als er entstand, war er gewiß mit Notwendigkeit erworben. Aber heute ist er überflüssig. Und nun passiert genau dasselbe wie mit dem Brunnen. Er arbeitet nicht mehr. Und weil er das nicht tut, versorgt ihn der Körper nicht mit hinreichender Nahrung. Er verkümmert auch bei dem einzelnen Individuum. Nur das Lymphdrüsengewebe hält sich ziemlich hartnäckig, so sehr, daß es beim Schwinden der anderen Bestandteile schließlich die Hauptmasse des Organs ausmacht. Deswegen spricht man auch von diesem Gewebe als von der Darmdrüse oder Darmmandel (Darmtonsille). Warum erkrankt nun der Blinddarm so oft? Erstens, weil er nicht mehr so gut genährt wird, und zweitens, weil er soviel Mandelgewebe enthält. Man hört oft, daß Kirschkernen, Emailsplittern usw. die Schuld gegeben wird. In dieser Allgemeinheit ist das nicht richtig. Das Mandelgewebe hat die Neigung, bei Bakterieneinwanderung leicht zu erkranken. Das wissen wir ja von den unzähligen Mandelentzündungen im Rachen. So hier auch. Die Annahme eines Kirschkerns ist überflüssig. Bei allen möglichen Krankheiten, durch die Bakterien in den Körper eindringen, kann ohne weiteres Blinddarmentzündung entstehen, so nach Mandelentzündungen, Blutschwären der Haut, aber auch nach Influenza. Und weil die letzte Krankheit seit ihrem (für unser Gedenken) ersten Triumphzuge 1889 eine so gewaltige Ausdehnung genommen hat, ist auch der Blinddarm immer mehr der Gefahr der Entzündung und Eiterung ausgesetzt. Das ist die Lösung des Rätsels, „warum" die Zahl der Blinddarmentzündungen

Digitized by Google

in dem letzten Jahrzehnt in gewaltigem Maße zugenommen hat.

Im Dickdarm wird der Speisebrei einer letzten Revision unterzogen. Was noch etwa an brauchbarem Material darin sein sollte, wird noch ausgenützt, dann wird der Inhalt weiter geschoben, immer weiter, durch den Mastdarm und ausgeschieden.

Je mehr unverdauliche Substanz in der Nahrung war, desto größer wird die Menge der Ausscheidungen. Und da der Mensch fortschreitend neue Methoden erfindet, die Verdaulichkeit der Nahrung zu erhöhen, und das Unverdauliche zu entfernen (z. B. Mahlen des Kornes, Kochen usw.), so wird mit fortschreitender Kultur auch die Menge der Ausscheidungen geringer. Das soll es heißen, wenn Liebig sagt: Die Menge der Exkretionsstoffe ist ein Gradmesser für die Kultur.

Wir wissen, daß es Störungen der Ausscheidung gibt, vor allem zu häufige, Diarrhoeen. Sie sind zum Teil psychisch bedingt durch Angst, Schreck und dergleichen, und (was ich dem Leser überlasse) so als vorteilhafte Einrichtung zu erklären. Aber in vielen Fällen haben sie eine andere Ursache: Darmkatarrhe, Typhus, Cholera, Ruhr und dergleichen. Der Laie hält die Diarrhoeen bei diesen Krankheiten für das Wesentliche. Das sind sie nicht. Sie sind nur Begleiterscheinungen, eine Schutzvorrichtung, um die schädlichen Stoffe aus dem Darm rasch zu entfernen. Daß es dem Körper nicht immer gelingt, mit E r f o l g diese Heilmethode anzuwenden, ändert an dem Charakter des S ch u t z e s nichts. Aber nützen tut es oft. Freilich wendet der Darm dieses Mittel, seine ungebetenen Gäste loszuwerden, ganz kritiklos an, genau wie ein Quacksalber, der auf ein System eingedrillt ist. Bei jeder Reizung des Darms. So auch bei einem Darmgeschwür, oder einem Gewächs, etwa einem Polypen. Das entfernt der Körper auf diese

Digitized by Google

Weise natürlich nicht. So ist die Anwendung dieses Allheilmittels hier nicht nur zwecklos, sondern wegen der dauernd fortgesetzten Anwendung natürlich auch schädlich.

Eine gewisse Menge unverdaulicher Substanz, „Fremdkörper", scheint für eine normale Funktion der Darmentleerung notwendig zu sein. Wenigstens stockt sie bei ganz reizloser Kost. Darum z. B. fressen die Hunde Gras, ißt der Mensch grobes Schwarzbrot.

Wir haben in umfangreicher Weise die Verdauung verfolgt. Aber mit dem Verdauen allein ist es nicht getan. Die Nahrung muß in den Körper durch die Blutbahn gelangen, um ihre Aufgabe zu erfüllen: zur Kraftleistung verbrannt zu werden, oder zum Aufbau der Gewebe Verwendung zu finden, allenfalls auch, um als Reservevorrat angelegt zu werden und so lebende Organe vor dem Zerfall zu schützen. Aufgenommen werden kann die Nahrung nur dann, wenn sie gelöst wird. Denn nur in Lösung kann sie dem Darm zugeführt werden. Sie in lösliche Form zu bringen, das eben ist die Verdauung. Zum Lösen gehört Wasser. Das Wasser ist der Träger des Stoffwechsels. Ernährung, Arbeit, tierische Wärme, alles wäre ohne Wasser nicht denkbar. Welche Rolle das Wasser für den menschlichen Körper spielt, dafür reden ja eine furchtbare Sprache die Entbehrungen derjenigen, die in den trockenen Sandwüsten Asiens und Afrikas den Qualen des Durstes ausgesetzt sind. Unsere südwestafrikanischen Krieger können ein trauriges erschütterndes Lied davon singen. Wie der Durst peinigend sich einschleicht, dann quält und immer quälender wird. Wie die Hoffnung, nur ein Tröpfchen Wasser zu finden, und sei es der Tau an den Blättern, auf Augenblicke belebt, um furchtbar zu enttäuschen, bis die unglücklichen Menschen von Wahnsinndelirien gepackt werden und bewußtlos zugrunde gehen.

Digitized by Google

Hungerkünstler hat's schon viele gegeben, ein Durstkünstler hat sich bis heute noch nicht sehen lassen.

Der Mensch kann fast unbeschränkte Massen von Wasser zu sich nehmen. Das überschüssige Wasser wird in kürzester Frist von den Nieren wieder ausgeschieden. So strömt fortwährend das lebenspendende Naß durch die Gewebe. „Der Mensch lebt im Wasser und zwar in fließendem", sagt Hoppe-Seyler.

Das Eiweiß wird in einfachere Bestandteile zerlegt, zum Teil in Pepton und Aminosäuren, und durch die Blutgefäße dem Körper zugeführt. Merkwürdigerweise findet man aber die im Darm vorhandenen Spaltungsprodukte schon nicht mehr in der Darmwandung. Und es hat sich die überraschende Tatsache herausgestellt, daß schon in der Darmwand selbst die Bruchstücke des Eiweiß wieder aufgebaut werden zu Körpereiweiß. Aber wie wird jetzt das Eiweiß transportiert? Es ist klar, daß, wenn die Zellen im Innern des Körpers sich ernähren sollen, das Eiweiß mit dem Blutstrom an sie herangebracht werden muß. Der Transport geht, wie Hofmeister*) nachgewiesen hat, auf besonderen Schiffen vonstatten, den weißen Blutkörperchen, die nun mit fremden Schätzen reich beladen, gerade dort ihre Ladung absetzen, wo Bedarf an Eiweiß ist. Wäre es nicht so, würde das Eiweiß im Blutstrom gelöst sein, so wäre es ganz dem Zufall überlassen, wo die im Strom schwimmende Ware ans Land geschwemmt würde, zum größten Teil würde sie nicht in die Hände gelangen, für die sie bestimmt war. So aber geschieht die Verteilung zweckmäßig, planmäßig geregelt.

Die Kohlehydrate werden als Zuckerlösung direkt vom Blute aufgenommen. Aber Eiweiß (in den weißen Blutkörperchen) und Kohlehydrate werden zunächst der Leber zugeführt. Und hier begutachtet. Es könnten Gifte darunter

*) Archiv f. exp. Pathol. u. Pharm. XIX. 1885.

Digitized by Google

sein. Die Kohlehydrate werden hier in der Leber zunächst aufgespeichert, als Leberstärke, Glycogen, um von hier aus je nach Bedarf zur sparsamen Verwendung weiter gegeben zu werden. Aber die Eiweißstoffe! Schon bei ihrem normalen Abbau bilden sich Stoffe, die für den Körper in größeren Mengen giftig sind. Z. B. Karbolsäure (Phenol), Indol und andere Gifte. Die werden von der Leber zunächst vorgenommen und unschädlich gemacht. Die Art, wie die Leber das macht, ist so wunderbar, daß man sich verwundert fragt, wie man der Leber solche chemischen Kenntnisse zutrauen soll. Wie das geschieht, davon soll in einem besonderen Kapitel die Rede sein.

Und erst, wenn der Verdauungssaft von allen schädlichen Substanzen in der Leber gereinigt ist, wird dem auf den Schiffen verfrachteten Eiweiß der Weg freigegeben für den Verkehr auf dem Lebensstrom, der es an den Ort seiner Bestimmung zu bringen hat.

Nur das Fett geht nicht den Weg der Leber. Es wird im Darm gespalten (Glyzerin und Fettsäuren) und schon in der Darmwand wieder aufgebaut, um durch Lymphgänge auf direktestem Wege in das Blut zu gelangen. Auch das Fett wird von den weißen Blutkörperchen transportiert. Darum sieht man auch nie in dem Blute freie Fettkügelchen. Warum aber dieser merkwürdige Abbau und Wiederaufbau in der Darmwand? Darum, weil alle Fette verschieden sind (man denke an Schweinefette, Öle, Butter, Talg) und verschiedene Eigenschaften haben. Auch der Mensch hat sein spezifisches Fett. Darum kann er es nicht fertig übernehmen, sondern muß es spalten und in seiner Weise wieder aufbauen.

Warum aber wird das Fett nicht auch, wie Eiweiß und Kohlehydrate in der Leber begutachtet? Mir scheint deswegen, weil es in der — natürlichen — Nahrung keine giftigen Fette gibt. Wohl gibt es giftige Fette, sie kommen

Digitized by Google

aber für die Ernährung des Menschen nicht in Betracht, z. B. Rizinus- und Krotonöl. Diese enthalten giftige Stoffe. Wenn sie genossen werden, passieren sie rasch den Magen, um zur Fettspaltungszentrale, dem Darm zu gelangen, aber der Darm macht gar nicht den Versuch, sie zu spalten, er spediert sie sofort weiter, schiebt sie als lästige Ausländer schleunigst ab. Natürlich muß der übrige Darminhalt auch mit. Das nennt man dann ein „Abführmittel".

Wir wissen aus Erfahrung, daß das Kochsalz ein für uns unentbehrliches Nahrungsmittel ist. Warum das so ist, sein muß, das auseinanderzusetzen würde in diesem Buch, das den Anspruch erhebt, allgemeinverständlich zu sein, zu weit führen, da es in ein schwieriges und noch sehr problematisches Gebiet der modernsten Chemie führt. Wenn man ein Tier mit absolut salzfreier Nahrung füttert, was geschieht? Das Tier wird schwächer und elend, schließlich geht es unter Krämpfen zugrunde. Ist ein Mensch gezwungen, auf Kochsalz verzichten zu müssen, so empfindet er lebhaftes Verlangen nach Fleisch oder Milch, also tierischen, salzhaltigen Nahrungsmitteln, wie Livingstone das sehr anschaulich von sich selbst geschildert. Es gibt auch viele Tiere, die kein Salz zu sich nehmen, die Fleischfresser. Die Pflanzenfresser sind sehr gierig nach Salz und sie gedeihen besser, wenn ihnen Kochsalz gereicht wird. Jeder Förster weiß, daß man mit einer Handvoll Salz Rehe zu blinder Gefolgschaft locken kann. Die Fleischfresser haben es nicht nötig, weil sie in dem tierischer Körper genügend von diesem kostbaren Kochsalz (Chlornatrium) vorfinden. In der Pflanzennahrung sind die Kalisalze mehr vertreten. Gelangen diese mit der Nahrung in das Blut, so wird ein Teil der Natronsalze durch Kali ersetzt und ausgeschieden. Aber der Körper hat sich an die Natronsalze angepaßt, und sucht sie instinktiv und impulsiv wieder zu ersetzen.

Digitized by Google

Die Münchener, die große Quantitäten Bier zu sich nehmen, also ein vergorenes Malzextrakt, einen Pflanzenauszug, der reich ist an Kalisalzen, sind dadurch in Gefahr, ihren Körper an Kochsalz zu verarmen. Und instinktiv empfinden sie heftiges Verlangen nach Salz. Sie verzehren Salzbrezel oder Radi mit viel Salz. Also nicht, wie man oft glaubt, um den Durst zu reizen, sondern als Gegengift. Aus demselben Grunde verzehren sie auch viel Fleisch. München ist die Stadt Deutschlands, die neben dem größten Bierkonsum auch den größten Fleischkonsum hat. Das ist notwendige Folge.

Die verarbeitete, verdaute, aufgesogene Verdauungsflüssigkeit wird mit dem Blute durch den Körper getrieben, nicht ziel- und planlos, sondern mit bestimmten Direktiven. Bald hierhin, bald dorthin, wo gerade Nahrung gebraucht wird, wo Kraft geleistet werden muß oder wo ein Organ der Reparatur bedarf. Ein anderer Teil der Nahrung wird als Reservedepot angelegt. Als Glycogen (tierische Stärke) in der Leber und in den Muskeln. Die gangbare Münze, sofort zur Ausgabe bereit. In den Muskeln das Kleingeld, in der Leber die große Staatskasse, aus der nach Bedarf Zuschuß geleistet wird. Ein anderer Teil als Fett. Auch dieses als Nahrungsreservedepot zur Kraftleistung. Das sicher angelegte Kapital, das nur im Notfalle angegriffen wird. Aber auch noch zu anderem Zweck. Als Mantel. Um den Körper warm zu halten. So bewahrt das Fett den Körper vor Wärmeverlust, also erspart es Brennmaterial.

Wenn nun der Mensch hungert? Arbeiten muß der Organismus doch, und wenn es nur die unbewußte Arbeit des Herzschlags oder die Drüsentätigkeit ist. Dabei wird aber auch Nahrung verbraucht. Was geschieht, wenn der Mensch längere Zeit Hunger leiden muß? Nun, zunächst werden die Reservevorräte verzehrt. Und wenn die verbraucht sind, ja, dann muß der Mensch von seinen Organen

Digitized by Google

zehren. Und nun zeigt sich wieder eine von den vielen wunderbaren Einrichtungen der Natur: die besonders tätigen nehmen den untätigen die Nahrung fort. Die wichtigeren Organe werden möglichst verschont, und die unwichtigeren werden aufgezehrt. E. Voit fütterte Hühner mit kalkarmem Futter, so daß also die Knochenbildung nur mangelhaft betrieben werden konnte. Bei der späteren Sektion ergab sich, daß die Knochen, die tätig gewesen waren, normale Beschaffenheit zeigten, während die untätigen, wie das Brustbein und der Schädel, ihren Kalk abgegeben hatten an die tätigen. Beim Menschen hat man über diesen Kampf der Teile, der tätigeren gegen die untätigeren ähnliche Erfahrungen an den Hungerkünstlern (Cetti und Succi) sammeln können, auch gelegentlich bei aus anderen Gründen hungernden oder verhungerten Personen. Diese lehren uns, daß zunächst die Reservestoffe aufgezehrt werden: von dem Körperfett schwindet 97 Prozent des Bestandes. Die Leber erleidet einen Gewichtsverlust bis zu 63 Prozent und die Muskeln von ungefähr 30 Prozent. Diese für die Existenz weniger wichtigen Organe werden zunächst aufgezehrt, um die lebenswichtigen zu schonen. Das sind Herz und Gehirn. Das Herz verliert beim Hungern nur höchstens 2 Prozent seines Gewichtes!

Das Hungergefühl ist uns ein sehr wichtiger und wertvoller Regulator. Es gibt uns rechtzeitig einen Wink, wenn der Körper der Nahrungsaufnahme bedarf. Der Hunger meldet sich nach starker, körperlicher und geistiger Arbeit, aber auch dann, wenn, wie im Winter, die Kälte zu stärkerer Wärmeproduktion zwingt. Wie und wodurch das Hungergefühl eintritt, ist noch unbekannt. Zweifellos haben starke seelische Erregungen die Eigenschaft, das Hungergefühl zu unterdrücken, z. B. Kummer und Sorge, Schrecken und übermäßige Freude. Auch in manchen Krankheiten ist bekanntlich das Hungergefühl kaum vorhanden, z. B. bei Tuber-

Digitized by Google

kulose, Krebs, Blutarmut, im Fieber. Das sind Krankheiten, bei denen ein vermehrter Zerfall von Eiweißstoffen im Körper stattfindet. Ob das dabei eine Rolle spielt?

Ist der Hunger ein allgemeines Begehren nach Nahrung überhaupt, so ist Appetit ein ganz bestimmt gerichtetes heftiges Verlangen nach bestimmten Speisen. Und dieses Verlangen ist merkwürdig gerade auf solche Substanzen gerichtet, die dem Körper von Vorteil sind. Wenigstens bei Tieren und unverbildeten Menschen. Uns hat die Kultur. Die vernichtet die Instinkte. Wir essen und trinken nach Berechnung. Und dabei pflegt nichts gutes herauszukommen. Und doch, wo der Appetit mit elementarer Wucht auftritt, da will er das für den Körper in diesem Augenblicke gerade geeignete. So, wenn, wie ich schon anführte, Livingstone einen geradezu unbezwinglichen Appetit auf Fleisch und Milch hat bei salzarmer Kost. Oder wie die Kinder, die leicht beweglichen, das Bedürfnis nach einer rasch verbrennbaren Nahrung haben, die rasch Kraft liefert, nach Zucker und Süßigkeiten. Im Winter haben wir Appetit auf Fett und Speck, die Wärmelieferanten. Wenn die blutarmen jungen Mädchen einen so merkwürdigen Appetit auf so seltsame Sachen wie saure Gurken, Kaffeebohnen, oder gar Sand und Seife haben, so ist auch das zu verstehen aus dem Instinkt des Körpers, der für die mangelhafte Säureproduktion im Magen eines kräftigen Anregungsmittels bedarf.

Der Hunger sagt uns, daß, der Appetit, was wir essen sollen. Die Tiere können sich ganz auf ihren Instinkt verlassen. Ja, sie müssen sich ganz auf ihn verlassen, weil er ihnen der einzige Wegweiser für die Auswahl der Speisen ist. Bei uns ist's anders. Unsere ganze Kultur ist ja nichts, wie eine gewaltsame Niederdrückung der Instinkte, eine Zügelung der natürlichen Regungen. Und unsere ganze Ernährung ist nicht auf instinktiver Auswahl aufgebaut, sondern

Digitized by Google

auf durch die Erziehung beigebrachten Begriffen über Brauchbarkeit und Unbrauchbarkeit eines Nahrungsmittels. Nicht der Instinkt, sondern der Verstand entscheidet. Das fängt schon beim Säugling an. Die Natur hat seine Verdauungsorgane so eingerichtet, daß die Muttermilch für ihn die passende Nahrung ist, die Muttermilch, die eine für den kleinen Körper merkwürdig angepaßte Beschaffenheit hat. Aber die Mutter! Viele können nicht stillen, weil die Kultur auch hier mit Riesenschritten ihre Degenerationsarbeit verrichtet. Andere wollen nicht stillen, weil es nicht zum guten Ton gehören soll. Diese verdienten nicht, Kinder zu haben. Denn sie sind auf dem Wege ihre Kinder zu opfern ihrer persönlichen Bequemlichkeit zuliebe. So gibt man Kuhmilch, und wenn man sie im „Soxhlet" sterilisiert hat, glaubt man seine Schuldigkeit getan zu haben. Die Kuhmilch genügt n i ch t, sie ist Nahrung für Kälber. Außerdem ist sie meistens gehörig verunreinigt. Und wenn ein Kind sie verträgt, ist es nicht ein Beweis für die Sorgfalt der Mutter, die sich gern besonders ernährungskundig dünkt, sondern für die Widerstandsfähigkeit des zarten Menschenkindes, das sich auch dieser Unnatur, wenn es mal so sein muß, anpassen kann. Kann, aber oft geht's anders aus. Die Kuhmilch wird nicht vertragen. Der kindliche Magen tut nun das Vernünftigste was er machen kann: er sucht des „Giftes" schleunigst sich zu entledigen. Durch Erbrechen wird der Magen, durch häufige Diarrhoeen der Darm entleert. Aber die grausame Mutter läßt dem armen Kinde keine Ruhe, wieder wird ihm die Flasche in den Mund geschoben, die das durstende Kind unvernünftig nimmt, das Spiel wiederholt sich, bis auch der Arzt nichts mehr machen kann. Der hat dann natürlich die Schuld, daß er einen so einfachen Magen- und Darmkatarrh nicht „heilen" kann.

Tausende und Abertausende von Kindern gehen auf

Digitized by Google

diese Weise zugrunde, und die Mütter lernen immer noch nicht einsehen, daß sie Schuld an all dem Elend sind.

Die Kinder erbrechen in solchen Fällen von Magenkatarrh und das ist zweifellos von größtem Vorteil für ihre Wiederherstellung. Denn der augenblickliche Erfolg des Erbrechens ist die Entleerung eines schädlichen Stoffes aus dem Magen. So ist das Erbrechen für den Körper von größter Bedeutung. Es schützt ihn vor einer Vergiftung mit Säuren, Basen, Salzen oder anderen giftigen Stoffen. Allerdings nur in sehr beschränktem Maße. Denn eine Menge Gifte wird trotz dieser Einrichtung ruhig in den Körper eingelassen. Von Vorteil ist das Erbrechen auch da, wo es — wie bei dem chronisch gewordenen Magenkatarrh — für Entleerung verdorbenen Mageninhaltes sorgt. Anderseits hat das Erbrechen in vielen anderen Fällen aber auch durchaus keinen ersichtlichen Vorteil, in manchen sogar ist es sehr übel angebracht. Denn erstens leidet die Ernährung oft unter dem anhaltenden Erbrechen, das das Genossene wiedergibt, zum anderen wird es oft da hervorgerufen, wo nichts aus dem Magen zu beseitigen ist. Es entsteht durch Reizung der Magennerven und der Eingeweidenerven überhaupt. Was da reizt, ist ganz gleich, stereotyp tritt als Antwort Erbrechen ein. Da reizt z. B. ein Magengeschwür, die Antwort ist Erbrechen, das, da die Ursache nicht aufhört, immer wieder kommt, anhaltend, dauernd quälend, so daß nicht nur die Ernährung leidet, sondern auch die Wand des Geschwürs zerreißen kann, was bedenkliche Folgen nach sich zieht. Ebenso kann bei Herzleiden, auf deren Grundlage oft Magenkatarrhe sich entwickeln, das dauernde Erbrechen einen sehr mißlichen Effekt auf die Herztätigkeit ausüben. Ähnlich unangenehm wirkt diese „Schutzeinrichtung“ bei der Gallen- und Nierensteinkrankheit, oder vollends bei frischen Bauchfellentzündungen. Hier wäre strengste Ruhe nötig, aber der fort-

Digitized by Google

während wiederholte Brechakt unterbricht stürmisch diese wohltätige Ruhe, zerreißt die feinen heilsamen Verklebungen zwischen den Därmen, der Eiter ergießt sich über das ganze Bauchfell, und der Tod ist die Folge. Auch durch Reizung des Gehirnes selbst kann ein durchaus nutzloses, für den Körper schädliches Erbrechen einsetzen, das in seiner Wiederholung den Organismus bis aufs Äußerste erschöpft. Man denke z. B. an die Seekrankheit, oder auch an Migräne, endlich Gehirnkrankheiten aller Art.

Kurz und gut, das Erbrechen ist zweifelsohne eine vorzügliche Einrichtung, den Körper in vielen Fällen vor Erkrankung und Vergiftung zu schützen, aber da es kritiklos bei jeder Reizung von Eingeweidenerven und selbst des Gehirns eintritt, ist es ebenso oft von sehr fatalem Einfluß auf den Organismus.

Der Mensch, so sagten wir schon, wählt im Gegensatz zum Tier seine Nahrung nicht nach dem Instinkt, sondern mit Hilfe seines überlegenen Verstandes. Außerdem schützt das Tier die feine Nase und wohl auch ein spezialisierter Geschmack vor bedenklicher Nahrungszufuhr. Beim Menschen spielt, wie wir wissen, auch Mode und die Suggestion mit. So essen manche Naturvölker große Mengen einer eigentümlichen Erdart. Einer macht's dem anderen nach. Und körperliches Siechtum ist die Folge dieses Unverstandes. Wir kultivierten Menschen bringen es fertig, faulende Stoffe als Delikatesse zu genießen, man denke an die verschiedenen pikanten Käsearten, an den Hautgout des Wildfleisches, und an manche andere Verirrungen der Zivilisation. So kommt es auch, daß wir ungewollt Gifte zu uns nehmen, vor denen das Tier gewarnt wäre durch Instinkt, Nase und Geschmack; Gifte, die oft genug ganzen Scharen von Menschen Krankheit und Tod gebracht haben. Da ist das Gift verdorbenen Fleisches, das Wurst-, Muschelgift, und eine Reihe anderer Gifte, die in harmlosester Form, in Schlagsahne, Kon-

Digitized by Google

serven, Gemüse auf uns lauern. Wirkliche Kulturgifte. Und weil sie Erzeugnisse der Kultur sind, ist auch der Organismus nicht auf diese „Unnatur" eingestellt.

Eine durchaus unzweckmäßige Nahrung sind scharfe, spitzige Gegenstände, Fischgräten u. dgl. Tiere und Menschen nehmen sie oft genug gegen ihren Willen mit anderer Nahrung ein. Das läßt sich nicht immer vermeiden. Beim Menschen kommen besonders noch Nadeln in Betracht. Bleiben wir bei den Nadeln. Was passiert, wenn diese verschluckt werden? Exner hat diese Frage dadurch gelöst, daß er Hunde damit fütterte.*) Mit Stecknadeln, Glassplittern und ähnlichen liebenswürdigen Delikatessen. Und das Resultat? Bei über 800 verfütterten Stecknadeln sah er nie auch nur die geringste Verletzung, ebensowenig bei den scharfspitzigen Glassplittern. Wie diese überraschende Tatsache zustande kommt, auch dafür hat Exner die Erklärung gefunden: die Schleimhaut des Darms weicht vor der andringenden Spitze zurück (bildet eine Delle) und zieht sich fest und hart zusammen, so daß die Spitze den Darm nicht anspießen kann. Die Nadeln werden außerdem fein säuberlich so gedreht, daß der Knopf nach abwärts gerichtet ist; in dieser Richtung erblicken sie dann das Licht der Welt wieder. Daß es bei Nähnadeln nicht immer so glatt geht, wissen wir aus Erfahrung. Es liegen hier eben besonders ungünstige Verhältnisse vor. Immerhin sind auch Nähnadelverletzungen des Darmes äußerst selten. Auch mit den Fischgräten wird der Darm spielend fertig. Und das ist gut so, denn sonst würde manches Fischgericht unsere Henkersmahlzeit.

Die Anpassung des Organismus an unvorgesehene Eventualitäten ist in diesem Beispiel besonders deutlich zu erkennen. Wie denn überhaupt der Verdauungskanal wegen

*) Exner, Archiv der ges. Physiol. LXXXIX, p. 253.

Digitized by Google

seiner vielfachen Beziehung zur Außenwelt mit allen möglichen Vorkommnissen von vornherein zu rechnen hat, und auf sie eingerichtet sein muß, soll das Menschenleben nicht jedem Spiel des Zufalls preisgegeben sein. Und gerade in der Verdauungsarbeit sehen wir, mit welch' erstaunlichem Anpassungsraffinement der Organismus, ewig wechselnd, den Bedürfnissen des Augenblicks schlagfertig begegnend, in sparsamer Verwendung von Kraft und Material sich anzuschmiegen versteht. —

Wenn der Mensch, dieser hochorganisierte Zellenstaat von etwa 15 Billionen Zellen, die in ungeheurer Arbeitsteilung wechselseitig sich unterstützen, sich entwickelt haben soll aus den tiefsten und niedrigsten Lebewesen, den einzelligen Protozoen, dann muß in diesen schon der Keim für alle künftige Entwicklung gelegen haben. Dann muß auch die feine Präzisionsarbeit, die der Körper in der Verdauung leistet, im Prinzip schon schlummern in der primitiven Verdauungstätigkeit der Amöben. Denn alle Entwicklung ist nicht ein Schaffen und Erwerben von Neuem, sondern ein Umwerten des Alten, ein Verfeinern des Groben durch immer weiter ausgedehnte Arbeitsteilung unter den Zellen, von denen eine jede ihre Leistung zur Spezialität, zum Virtuosentum ausbildet und kultiviert. Unser Körper besteht nicht nur aus Zellen und Organen, die für die Verdauung zu sorgen haben — diese stehen an Gewicht hinter den anderen Körperorganen zurück — sondern aus einem Heer von arbeitenden Zellen, die in eigenen Werkstätten ihre speziellen Leistungen und Fähigkeiten ausgebildet haben. Diese wollen alle leben, lassen sich alle von den Verdauungsorganen ernähren, und brauchen so nicht selbst zu essen, sondern nehmen fertige Nahrung auf. Sie sind ja auch Nachkommen der Urtiere. Konnten auch in früherer Zeit einmal verdauen. Jetzt haben sie es nicht mehr nötig, konnten diesen Zweig ihres Betriebes aufgeben. Aber sie

Digitized by Google

haben diese Tätigkeit nicht ganz verlernt. In allerdings primitiver Weise können auch die Körperzellen noch verdauen, die Umwandlung von Nahrungsstoffen besorgen, die einen mehr wie die anderen. Am besten können es noch die weißen Blutkörperchen, diese Tausendkünstler des Organismus, von deren überraschenden Verdauungskünsten wir später noch Wunderdinge hören werden. Die Milz (eine der Bildungsstätten der weißen Blutkörper) eines eben geschlachteten Tieres verdaut sich selber, wenn man sie ruhig am warmen Orte, vor Bakterien sicher, liegen läßt. Ebenso Nieren, Leber, Lungen, an denen man diese Selbstverdauung studieren und verfolgen kann. Und wenn nach dem Tode die Glieder steif und starr werden, weil das Muskeleiweiß gerinnt, so werden sie danach wieder schlaff und lose, weil hier das Eiweiß unter Einwirkung von Verdauungsfermenten aufgelöst und verdaut wird. Übrigens kommen auch im lebenden Körper solche Selbstverdauungen vor. Auf diese Weise erklärt man den raschen Zerfall von Geschwülsten, ebenso die plötzlich einsetzende Erweichung der Leber nach Phosphorvergiftung. Im Organismus, der unter normalen Verhältnissen arbeitet und tätig ist, haben die Verdauungsfermente keine Gelegenheit, zerstörende Wirkung auszuüben, weil auch hier „Antifermente“ gebildet werden. Daraus wird uns auch die Bedeutung der verdauenden, eiweißlösenden Fermente für den Körper erkennbar: zweifellos sind sie von großem Nutzen, indem sie die funktionsunfähigen Zellen, die unbrauchbaren Maschinenteile, einschmelzen und dem Blut zurückgeben.

Aus dieser primitiven Tätigkeit, Eiweiß zu verdauen, wie sie auch der Amöbe eigen ist, hat sich die komplizierte Maschinerie der Verdauungsorgane mit ihren erstaunlich zweckmäßigen Vorrichtungen zum Verarbeiten der Nahrung entwickelt: wie der Hunger dem Körper meldet, wann ein Bedürfnis da ist, wie der Appetit sagt, welche Be-

Digitized by Google

dürfnisse befriedigt werden müssen, wie Instinkt, Geruch und Geschmack — und Verstand die Auswahl treffen unter den lebenden und leblosen Dingen der Außenwelt, Nahrhaftes vom Nichtnahrhaften, Verdauliches vom Unverdaulichen, Eßbares vom Nichteßbaren unterscheiden. Wie die gewählte Nahrung durch die Kauarbeit vorbereitet wird, und die Verdauung das für den Körper Zweckdienliche von dem unverdaulichen Ballast trennt. Wie in der Verdauung Speichel, Magensaft, Galle, Bauchspeichel und Darmsaft in wunderbarer Weise sich ergänzen und ablösen und zu gleicher Zeit dem Körper Schutz verleihen. Wie der Körper ökonomisch arbeitet, je nach der genossenen Nahrung in erstaunlich feinen Nüanzierungen und Abstufungen Menge und Zusammensetzung der Verdauungssäfte reguliert. Wie Schädliches unschädlich gemacht wird: Gifte durch Erbrechen und Diarrhoeen entfernt, oder in der Leber erst begutachtet werden, Fremdkörper entleert werden, ohne daß sie mit Spitzen und Kanten den Darm verletzen.

Jahrelanger schwerer, mühsamer Arbeit hat es bedurft, bis man ein klares Bild über die Verdauungstätigkeit gewonnen hatte. Aus den Legionen von Arbeiten, aus vielen, vielen Untersuchungen habe ich — durchaus nicht erschöpfend — in wenigen Strichen das Fazit gezogen. Die Resultate sind natürlich noch lückenhaft, erlauben uns noch nicht, von der Biologie der Verdauung als einer abgeschlossenen Wissenschaft zu sprechen (welche Wissenschaft wäre abgeschlossen!) Immerhin genügen sie, um aus ihnen einige allgemeine Gesichtspunkte herauszuschälen, die wir bei allem anderen Lebensgeschehen immer wieder antreffen werden, und die sich so ausdrücken lassen:

Alles, was lebt, ist mit Notwendigkeit so, wie es ist, weil es sonst nicht existenzfähig wäre. Die Lebenserscheinungen sind Anpassungsvorgänge an die Lebensbedingungen, unter denen die Zellen und Organe zu leben gezwungen

Digitized by Google

sind, und an Eventualitäten, die im natürlichen Wechsel des Geschehens eintreten können.

Die Lebenserscheinungen werden mit dem geringsten Aufwand von Kraft und Material bestritten.

Absolut gut ist nichts. Die Zellenfunktionen setzen ein, sobald die Bedingungen zur Tätigkeit gegeben sind. Die Magenzellen sondern ihren verdauenden Saft ab, sobald ihnen angreifbares Eiweiß geboten wird, auch dann, wenn ein Magengeschwür das Eiweiß anbietet, das verdaut wird zum Unheil des Körpers. Erbrechen tritt ein, wenn die Magendarmnerven gereizt werden, auch wenn es nichts aus dem Magen zu beseitigen gibt und der Körper durch die Anstrengung erschöpft, ja getötet wird. Das Gleiche gilt von den Diarrhoeen, zweifellos einer vorzüglichen Schutzeinrichtung, deren Wert aber völlig problematisch wird, wenn Geschwüre oder Geschwülste ihre Ursache sind. Der Eintritt der Funktionen wird nicht durch verständige Überlegung geleitet, sondern sie schnurren ab nach jedem Reiz, in stereotyper Weise, auch dann, wenn sie durch ihren Ablauf das Leben bedrohen.

Absolut gut ist nichts. Das Bessere ist der Feind des Guten. Was einstmals gut erschien, was in hartnäckiger jahrtausendelanger Anpassungsarbeit erworben wurde, kann bei Änderung der Lebensbedingungen überflüssig werden, veralten. Mittel, um Überflüssiges sofort völlig auszurotten, hat das Leben nicht. Das Überflüssige geht zugrunde, indem es durch unzählige Generationen hindurch, immer wieder erscheinend, langsam verkümmert. Es schwindet auch dann nicht ganz, wenn sein Verlust für den Körper von Gewinn sein würde (Blinddarm). Die Kultur bewirkt fortwährend Änderungen der Lebensbedingungen; sie schafft auch ganz neue Daseinsbedingungen. Diesen plötzlichen Änderungen kann der Organismus in positiver Anpassungsarbeit nicht folgen. Die Kultur unterbricht den Anpassungsmechanismus.

Digitized by Google

Sie zielt darauf hin, Organen Arbeit abzunehmen, und läßt sie infolgedessen verkümmern (Zähne, Verminderung der Darmlänge). Dadurch werden allerdings Kräfte frei, zu anderer „besserer" Verwendung im Körperhaushalt. — Die Kultur ist auf dem Wege ein physisches Herrenleben in Bequemlichkeit und Faulheit zu schaffen, alles zugunsten des einen Organs, ihres Organs, des Gehirns!

V.

Blutgeheimnisse.

Mit mörderlichem Geschrei, heulend und wehklagend, kommt mein vierjähriger Junge ins Zimmer gestürzt: „Vater, Vater, ich muß sterben, und — ich will nicht sterben!" Armer, kleiner Kerl! Er hat sich in einem unbewachten Augenblick geschnitten, eine kleine unbedeutende Wunde, und dunkelrotes Blut perlt in dicken Tropfen auf dem rosigen Patschhändchen. Und mit angsterfüllter Stimme fragt er zweifelnd immer wieder: „Muß ich sterben?" Der kleine Schelm. Mit stolzer Wichtigtuerei zieht er ab, nachdem ich ihm ein Verbändchen auf die Wunde gelegt. Ans Sterben denkt er nicht mehr.

Warum schrie nur der Junge so fürchterlich? Schmerzen hatte er kaum. Aber warum sprach er immer vom Sterben, von dem er — Gott weiß, durch wen — erfahren haben mag, daß er der grausige Abschluß aller Lebensfreuden sei?

Ihm graute vor dem Anblick des fließenden Blutes. Wer hat ihm dieses Grauen beigebracht? Niemand. Es ist bei ihm, wie bei allen Kindern, instinktiv. Wir finden ebenso bei vielen Tieren eine entsetzliche Scheu vor dem

Digitized by Google

Blute ihrer Art, schon wenn sie es von weitem wittern. Dieser Instinkt ist zweifellos von Vorteil für die Erhaltung der Individuen.

Wie den Kindern geht es auch den Naturvölkern, den großen Kindern des Menschengeschlechts. Ja, auch wir Kulturmenschen werden ein unangenehmes Gefühl nicht los, wenn wir Blut fließen sehen. Vor dem Blut hatte man immer einen heillosen Respekt. Die Naturvölker durchschauten schon frühzeitig die wichtige Rolle, die das Blut im Menschenkörper spielte. Man sah ja, wie mit dem dampfenden Blut des Helden, der von der feindlichen Lanze durchbohrt fiel, die Seele entfloh. Also, schloß man, ist das Blut der Sitz der Seele. So lehrt das jüdische Gesetz, daß des Leibes Leben im Blute sei, im alten Griechenland faßte man das Blut geradezu als Seele auf (Kritias), nach Pythagoras war es allerdings nur die Nahrung der Seele. Im Grunde beruhten auf ähnlichen Anschauungen auch die Opferbräuche der alten Völker, die der Aberglaube von Dämonen und Zauberern noch grotesker gestaltete. Und allmählich rankte sich immer fester ein unentwirrbares Gespinnst abergläubischer Fäden um das Geheimnis des Blutes.

Ihm traute, und traut man heute noch geheimnisvolle Zauberwirkungen zu. Besonders dem Blute, das seine Rolle nicht ausgespielt, dem Blute eines Menschen der die ihm vom Schicksal bestimmte Spanne Zeit nicht durchlebt hat. An der Richtstätte, wo soeben der Scharfrichter seines gräßlichen Amtes waltete, drängt sich die Schar der Fallsüchtigen, um das frische Blut zu trinken und darin Heilung zu finden. Ein Lappen mit solchem Blut unter den Ladentisch gelegt, bringt großen Reichtum. Das alles war schon bei den alten Römern so. Aber auch heute in unserer „aufgeklärten" Zeit kann man widerwärtige Szenen abergläubischer Roheit beobachten. Bei einer Hinrichtung in Berlin 1864 tauchten die Henker zahlreiche Schnupftücher in

Digitized by Google

das dampfende Blut und ließen sich für das Stück zwei Taler bezahlen!

Mit Blut wurden und werden bei Naturvölkern heute noch Verträge geschrieben, denn „Blut ist ein ganz besonderer Saft!“ Mit Blut verschrieb man sich dem Teufel. Und mit Blut besiegelt man die Freundschaft auf Leben und Sterben.

Es ist klar, daß diese mystischen abergläubischen Vorstellungen vom Blut, die sich durch das ganze Mittelalter bis in die neuere Zeit erhielten, und in unzähligen Sprichwörtern und Redensarten noch heute lebendig sind, daß diese Vorstellungen auch auf die Ärzte und Forscher früherer Jahrhunderte einen den unbefangenen Blick trübenden Einfluß ausübten. Heute sind wir nüchterner. Wir haben auch dieses Problem seines mystischen Mäntelchens entkleidet und betrachten es rein sachlich, naturwissenschaftlich, fragen prosaisch nach dem Wie und Warum. Und heute, wo eine große Zahl ernster Forscher sich mit dem Studium des Blutes befaßt, wo bahnbrechende Arbeiten sich geradezu überstürzen, so daß man Mühe hat mitzukommen, wo wir über Zweck und Bedeutung des Blutes feste Vorstellungen besitzen und auch schon eine klarere Einsicht in viele Details gewonnen haben, heute fragen wir uns, ob die Geheimnisse, die der Menschengeist hier der Natur entrissen hat, nicht eine viel gewaltigere und wuchtigere Sprache reden, als der Nimbus, mit dem der kindlich naive Verstand früherer Zeiten das Blut staunend umkleidete und in den Kreis abergläubischer Verehrung stellte.

Schon Leeuwenhoek hatte im Jahre 1673 die roten Blutkörperchen mit dem Mikroskop gesehen. Aber wie es mit den Naturwissenschaften überhaupt so ging. Diese Entdeckung wurde nicht ausgebaut, und fiel der Vergessenheit anheim. Sie schien der damaligen Welt auch so bedeutungslos, so nebensächlich, bis sich erst im 19. Jahrhundert die Naturwissenschaft diesem Problem wieder zuwandte, mit be-

Digitized by Google

geistertem Eifer und jetzt mit großem anhaltendem Erfolge.

Wozu ist das Blut da?

Diese Frage beantworten wir heute damit, daß wir sagen: Das Blut ist eine Flüssigkeit, die die Zellen und Organe im Innern des Körpers, die fest an ihren Ort gebannt sind und sich nicht selbständig ernähren können, mit Nahrung versorgt. Die Nahrung bezieht es in gelöster Form aus den Magen- und Darmgefäßen. Es ist also die Vermittlerin zwischen der Außenwelt und dem Körperinnern. Dazu muß es immer in Bewegung sein, und die treibende Kraft, die Pumpe, ist das Herz. Aber nicht nur Nahrung bringt es den Zellen. Wie die Dampfmaschine Kohlen nötig hat, daneben aber den zu ihrer Verbrennung unbedingt erforderlichen Sauerstoff, so auch die Lebensmaschinchen, die Zellen. Denn ohne Sauerstoff ist keine Verbrennung möglich. Und die Lebenserscheinungen sind nichts als das Resultat einer gewöhnlichen Verbrennung. Also muß das Blut den Zellen auch die nötige Lebensluft, den Sauerstoff besorgen, und das geschieht durch die Atmung. Aus der Luft tritt der Sauerstoff in die Lungen, das Blut nimmt ihn auf und bringt den Lebensspender in hurtigen Pulsen an den Ort der Verwendung.

Wir bringen Blut in ein Gefäß, und sehen, daß es sich in zwei Teile absetzt, einen dicken roten, am Boden sich absetzenden „Blutkuchen", und eine darüber stehende klare, gelbliche, klebrige Flüssigkeit, das Serum. Der Blutkuchen besteht aus dem Gerinnsel, geronnenem Blutfaserstoff, das die sogen. roten Blutkörperchen mit niedergerissen hat. Wir betrachten etwas frisches Blut, ein winziges Tröpfchen, wie es nach einem Nadelstich aus unserem Finger quillt, unter dem Mikroskop und sehen eine große Anzahl runder, rötlicher, scheibenartiger Gebilde mit einer Delle auf den breiten Flächen.

Digitized by Google

Diese Scheibchen haben die Neigung sich in Geldrollenform aneinander zu legen. Das sind die roten Blutkörperchen. Ihre Zahl ist eine gewaltige. Man zählt im Kubikmillimeter Blut, also einem Würfel von 1 Millimeter Seitenfläche, beim Mann gewöhnlich 5 Millionen, bei der Frau 4 ½ und beim Säugling etwa 6 Millionen. Die Größe eines menschlichen roten Blutkörperchens ist etwa 0,007 Millimeter, d. h. also, tausend Stück nebeneinander gelegt, würden eine Kette von 7 Millimeter Länge ergeben. Außerdem enthält das Blut sogen. weiße Blutkörperchen, das sind runde Protoplasmakugeln mit einem Kern, etwa 10—20 000 im Kubikmillimeter.



Fig. 22.
Blut sehr stark vergrößert, Rote Blutkörperchen; die große Kugel ein weißes Körperchen.

Was mögen nun diese Gebilde im Blut bedeuten? Zuerst eine Frage: warum ist das Blut rot? Nun, das kommt durch die massenhafte Ansammlung von roten Blutkörperchen. Aber warum sind diese rot, warum nicht grün oder blau? Die Frage klingt recht dumm und hat doch ihre Berechtigung. Die roten Blutkörperchen sind die Überträger des Sauerstoffs, das weiß heute jeder Schuljunge. In den Lungen werden sie mit Sauerstoff beladen, werden in wirbelndem Strom zu den Körperzellen gebracht, laden hier ihren Sauerstoff ab und erhalten als Gegenladung Kohlensäure, die sie wieder nach den Lungen schleppen, um sie hier wieder gegen Sauerstoff einzutauschen. Und so fort in unaufhörlichem Wechsel. Die Blutkörperchen sind im wahrsten Sinne kleine Kähne, die auf dem großen Strom

Digitized by Google

des Blutwassers schwimmen. Die Atmung ist also so zu denken: das aus dem Körper zurückgebrachte schlechte, mit Kohlensäure beladene Blut und das aus dem Verdauungskanal stammende, mit den Produkten der Verdauung beladene Blut wird vom Herzen in die Lunge gejagt. Hier wird es mit der Lebensluft versehen, erfrischt, und munter trollen die roten Blutkörper zum Herzen, um lebenstrotzend durch die Schlagadern den Organen des Körpers wieder zugeführt zu werden. Ein Moment genügt hier, um ihre Ladung zu löschen, und neue (Kohlensäure) einzunehmen, und wieder geht's im eiligen Lauf zum Herzen, zur Lunge, und wieder durch's Herz zum Körper. In ewigem Kreislauf vom ersten Atmen bis zu dem Augenblick, wo die Herzuhr mit dem Ticken aufhört.

Diese wunderbare Fähigkeit, Sauerstoff aufzunehmen und abzugeben, verdankt das Blut einem ungemein komplizierten Eiweißkörper, dem Hämoglobin, der eisenhaltig ist.

Jedermann weiß ja, daß die bleichsüchtigen jungen Mädchen „Eisen" nehmen, um ihr Blut zu verbessern. Und die Eisensalze haben — wenigstens die sauerstoffreichen, sogen. Oxydverbindungen — eine mehr oder weniger rote Farbe. Daher also die rote Farbe des Blutes. Ja, warum enthält das Blut nun aber Eisen? fragt man weiter. Das ist gerade das Merkwürdige. Es soll hier in stetem Wechsel Sauerstoff aufgenommen und wieder abgegeben werden, möglichst, wie die Natur es ja immer macht, ohne Material zu vergeuden. Und da spielen die Metalle eine ganz sonderbare Rolle. Zum Anzünden von Gasflammen kann man jetzt eigentümliche Anzünder sich verschaffen, die nur an das ausströmende Gas gehalten zu werden brauchen, — bupp, brennt es. Das sieht wie Zauberei aus, ist aber ganz natürlich, wenn auch noch schwer völlig zu erklären. In dem Anzünder befindet sich eine geringe Menge von fein verteiltem Platin, das die kuriose Eigenschaft hat, Sauer-

Digitized by Google

stoff aus der Luft aufzunehmen, um es an das Gas abzugeben. Ganz wie bei den roten Blutkörperchen: Sauerstoffaufnahme aus der Luft, Abgabe an die Gewebe. Genau dasselbe. Und in der Tat spielt auch in den roten Blutkörperchen das Metall, das Eisen, die Rolle des Überträgers, es wirkt, wie wir sagen, als anorganischer Katalyt. Muß das nun gerade Eisen sein? O nein. Das ist nicht direkt nötig. Nur ist das Eisen in der Natur so verbreitet, daß es gewiß am zweckmäßigsten war, dieses Metall zu wählen, das wir reichlich durch unsere Nahrung wieder ersetzen können. Nun könnte es ja (theoretisch) auch Tiere geben, die ein anderes Metall enthielten? Etwa Platin, oder Gold. Freilich, die Metalle sind aber zu selten, um zum Ersatz immer zur Verfügung zu stehen. Also mindestens unpraktisch. Tatsächlich gibt es aber Tiere, die statt des Eisens ein anderes Metall in ihrem Blut haben, und zwar — Kupfer. Vermutlich deswegen, weil sie an dem Ort ihres Vorkommens eher über dieses Metall zum Ersatz verfügen können. Es sind dies einige Mollusken und Copepoden. Da die Kupferoxydsalze blau aussehen (man denke an Kupfervitriol), so haben diese Tiere blaues Blut. Uralter Adel. — Da wir gerade am Fragen sind: wozu denn überhaupt rote Blutkörperchen? Die Eisenverbindung könnte ja so im Blute schwimmen. Wozu denn die Verschwendung dieser, wie wir noch sehen werden, fein organisierten Gebilde? In der Tat gibt es Lebewesen, die keine roten Blutkörperchen, sondern nur ein rot gefärbtes „Plasma“ haben. Es leuchtet ein, daß bei der Ausbildung von roten Blutkörperchen diese hierhin und dorthin geschickt und dirigiert werden können, um ihre Ladung abzusetzen, während bei einer allgemeinen Durchsetzung des Blutes mit der wirksamen Substanz es dem Zufall überlassen bleiben müßte, die bedürftigen Zellen in hinreichendem Maße mit Sauerstoff zu versorgen.

Digitized by Google

Ja, aber — des Fragens ist kein Ende — die roten Blutkörperchen haben ja keinen Kern? Wir haben ja aber gesehen, daß der Mensch aus lauter Zellen besteht und haben als Charakteristikum der Zelle gerade die Gegenwart des Kerns betrachtet? Und hier kein Kern! Und wieder ein Rätsel! Sehen wir uns die folgende Abbildung, eine vergleichende Übersicht über Form und Größe roter Blutkörperchen verschiedener Tiere an, so finden

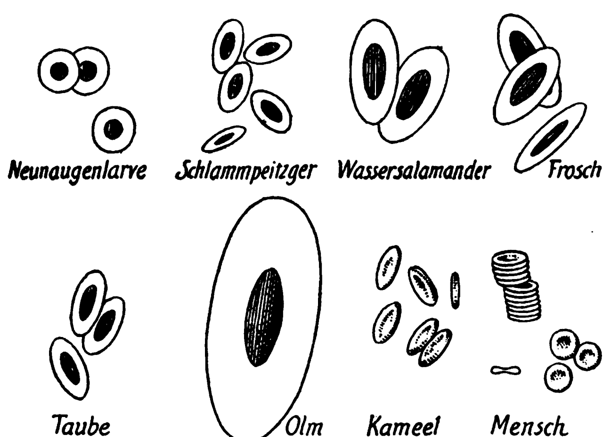


Fig. 23. Rote Blutkörperchen verschiedener Tiere und des Menschen.

wir, daß verschiedene einen Kern haben. Und zwar sind dies die Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel. Wir dürfen wohl, da gerade die niederen Tiere kernhaltige Blutkörperchen haben, nicht fehlgehen, wenn wir die Kernlosigkeit der Menschen- und Säugetierblutkörperchen für einen Zustand höherer Entwicklung halten. Dafür spricht, daß auch der menschliche Embryo kernhaltige, rote Blutkörper hat. Wir wissen weiter durch die Untersuchungen von Bizzozero und Neumann, daß die kernlosen roten

Digitized by Google

Blutkörperchen des Blutes aus kern h a l t i g e n des Knochenmarks durch Kernverlust entstanden sind. Ja, bei einer plötzlichen Vermehrung roter Blutkörperchen, wie sie etwa notwendig werden kann bei raschem Ersatz verloren gegangenen oder zerstörten Blutes, findet man auch solche unfertigen Blutkörperchen mit Kern. Wir hätten uns höchstens zu fragen, wie diese Kernlosigkeit als Fortschritt zu erklären sei. Wir erinnern uns der Bedeutung des Kernes für die Zelle aus dem Abschnitt, in dem wir über die Zelle sprachen. Wir hatten gesehen, daß der Kern der kleine Ingenieur ist, der die Leistungen der Zelle zu regeln hat und vor allem die Stoffwechselvorgänge leitet. Hier sind die roten Blutkörperchen so differenziert, daß sie nur eine einzige Arbeit zu leisten haben. Die aber vollkommen. Die Übertragung des Sauerstoffs. Nichts anderes soll sie daran stören. Und wenn sie verschlissen sind, sollen sie sich nicht etwa ersetzen, sondern klanglos zugrunde gehen. Die Lebensdauer der roten Blutkörper schätzt man auf drei Wochen. Die altersschwachen roten Blutkörper werden ganz umgebracht, d. h. gefressen und verdaut von — den weißen Blutkörperchen, den unheimlichen Polizisten des Zellenstaates, die die sterblichen Reste abführen. Wir haben sogar eigene Begräbnisstätten für rote Blutkörperchen in unserem Körper, die Milz und Leber. Die lebensfrischen jugendlichen roten Blutkörper widerstehen dem Angriff der weißen, sie müssen also, da deren Waffe die Verdauungskraft ist, in sich einen Schutz gegen die Verdauung haben; sind sie doch während des ganzen Lebens mit diesen garstigen Genossen zusammengekoppelt. Und in der Tat werden rote Blutkörperchen, was wir schon lange wissen, auch in den Verdauungsorganen sehr schwer verdaut (z. B. getrunkenes Blut), schwerer als andere Eiweißsubstanzen. Die „Schwerverdaulichkeit" ist eben für das Leben der roten Blutkörper unbedingt notwendiges Erfordernis.

Digitized by Google

Wenn wir noch einen Blick auf die Abbildung werfen, so sehen wir auch, daß die Blutkörper sehr verschiedene Form und Größe haben. Von den niedrigsten Tieren aufsteigend, finden wir bei der Neunaugenlarve, dem Ammocoetes runde kernhaltige rote Blutkörperchen; bei dem kiemenatmenden Molch (dem Bewohner der Höhlengewässer des Karstgebirges, dem Proteus) bei den Fischen, Amphibien, Reptilien und Vögeln und bei dem Kamel und den Lamas haben wir elliptische, ovale Blutkörper. Alle kernhaltig, nur bei den Säugetieren (auch Kamel) und Menschen kernlos. Wir dürfen also schließen, daß die ursprünglich kernhaltigen runden Blutzellen bei höherer Organisation der Tierwelt (aus Gründen, die ein Physiker vielleicht erklären könnte) elliptisch wurden, und daß bei der höchsten Organisation, bei den Säugetieren, der Kern als Ausdruck der äußersten einseitigen Anpassung verloren ging. Die Säugetierblutkörperchen haben damit die Fähigkeit der Fortpflanzung verloren. Sie haben ihr eigenes blutbildendes Organ, das Knochenmark. Das haben die anderen Tiere nicht, die Vögel schon wahrscheinlich aus dem Grunde nicht, weil ihre Knochen aus flugtechnischen Gründen Luft enthalten.

Warum aber haben die Blutkörper der verschiedenen Tiere und des Menschen eine so erstaunlich verschiedene Größe? Beim Proteus sind sie so groß, daß man sie mit bloßem Auge wahrnehmen kann, beim Menschen so klein, $^{7}/_{1000}$ Millimeter, daß nur starke Mikroskope uns ein deutliches Bild geben. Warum dieser Unterschied? Soll etwa auch in dem Kleinerwerden ein Fortschritt liegen? Überlegen wir! Wozu sind die Blutkörperchen da? Um Sauerstoff zu verladen. Sie müssen also dem Sauerstoff möglichst viel Raum, möglichst viel Oberfläche anbieten. Und das erreichen sie nur durch größte Kleinheit, denn je kleiner ein Körper, desto größer im Verhältnis seine Oberfläche.

Digitized by Google

Nehmen wir einen Würfel von 1 Meter Kante, also 1 Quadratmeter Seite. Die Gesamtoberfläche ist hier gleich 6 Quadratmeter. Zerschneide ich den Würfel durch drei halbierende Schnitte, so habe ich acht Würfel, jeden mit 1/2 Meter Kante, 1/4 Quadratmeter Seitenfläche, 1 1/2 Quadratmeter Oberfläche, die 8 zusammen haben also 12 Quadratmeter Gesamtoberfläche. Geht die Teilung noch weiter, zerlegen wir unseren Kubikmeter in lauter kleine Würfelchen von 1 Millimeter Seitenlänge, in Kubikmillimeter, so erhalten wir 1 Milliarde solcher Würfelchen mit einer

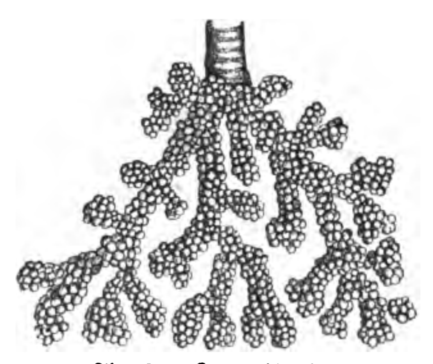


Fig. 24. Lungenbläschen.
In 15facher Vergrößerung.

Gesamtoberfläche von 6000 Quadratmetern! Und nun denken wir, daß in einem solchen winzigen Kubikmillimeter 5 Millionen roter Blutkörperchen Platz haben, dann können wir uns etwa eine Vorstellung von der gewaltigen Summe dieser kleinen Oberfläche machen. Der erwachsene Mensch hat etwa 5 Liter Blut. Ranke hat sich die Mühe gegeben, auf Grund von Angaben, die Welcker über die Größe eines Blutkörperchens gemacht hat, die Gesamtoberfläche sämtlicher Blutkörperchen eines Menschen zu berechnen: sie beträgt schätzungsweise 3200 Quadratmeter!

Digitized by Google

Daß diese feinen Gebilde auf jeder Seite eine Delle haben, ist auch von großer Bedeutung. Dadurch wird an Raum gespart, es gehen mehr davon auf ein Kubikmillimeter, also wird auch hierdurch eine Oberflächenvergrößerung erzielt. Außerdem gewinnen die Scheibchen dadurch eine

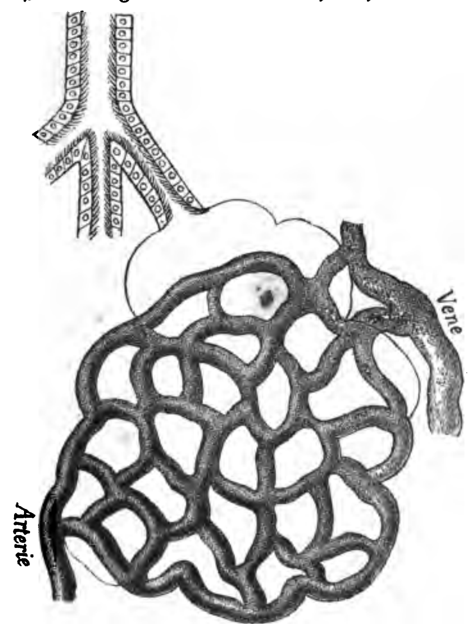


Fig. 25. Aderflechtwerk eines Lungenbläschens. In 400 facher Vergrößerung.

größere Biegsamkeit und Schmiegsamkeit, eine große Fähigkeit zu elastischer Gestaltsveränderung, wenn der Blutstrom sie durch die haarfeinen Äderchen bugsiert.

Austausch von Sauerstoff und Kohlensäure in Lungen und Geweben nennen wir also Atmung. Es gehört dazu, daß Luft in die Lungenbläschen tritt. Wir holen Atem. Die Lungen können wir uns in ihrem feineren Bau unter

Digitized by Google

dem Bild einer Weintraube denken. Die ganze Traube sind die Lungen, die einzelnen Beeren, unendlich verkleinerte Beeren, die Lungenbläschen. Stiele und Beeren hohl gedacht. Die Stiele sind die Luftröhre mit ihren Ästen. Die Bläschen umsponnen von einem dichten Flechtwerk feinster Äderchen. Luftdicht sind die Lungen in dem Brustkorb eingeschlossen. Wenn wir einatmen, machen wir unseren Brustkorb weiter, und die Luft, die in alle Lücken und Räume dringt, tritt, da sie sich stets ausdehnen will, durch die Luftröhren in die Bläschen. Dabei dehnen sich die Lungen aus. Wir erweitern den Brustkorb, indem wir die Rippen heben und gleichzeitig das Brust und Bauch scheidende Zwerchfell (= Querfell), einen großen Muskel, abflachen. Durch diese Zwerchfellabflachung entsteht, wie wir aus dem Bilde sehen, eine bedeutende Vergrößerung des Brustraums. Selbstverständlich werden die Bauchorgane, Darm, Leber usw. nach unten gedrückt. So sehen wir, daß bei jedem Atemzuge sich der Leib bewegt. Es fällt aber auch dem Laien schon auf, daß die Frau ganz anders atmet, wie der Mann. Der Busen „wogt", Brustatmen. Die Unterschiede bei-



Fig. 26. Zwerchfell.
Die punktierte Linie b zeigt dessen Stellung bei der Einatmung an.

Digitized by Google

der Atmungsformen sehen wir aus der Abbildung 27. Die Frau erweitert ihre Brust zum Atmen dadurch, daß sie die Rippen hebt, der Mann hauptsächlich durch Abflachung des Zwerchfells. Dieser Unterschied in der Atmung ist zum größten Teil bedingt durch die einschnürende Tracht der

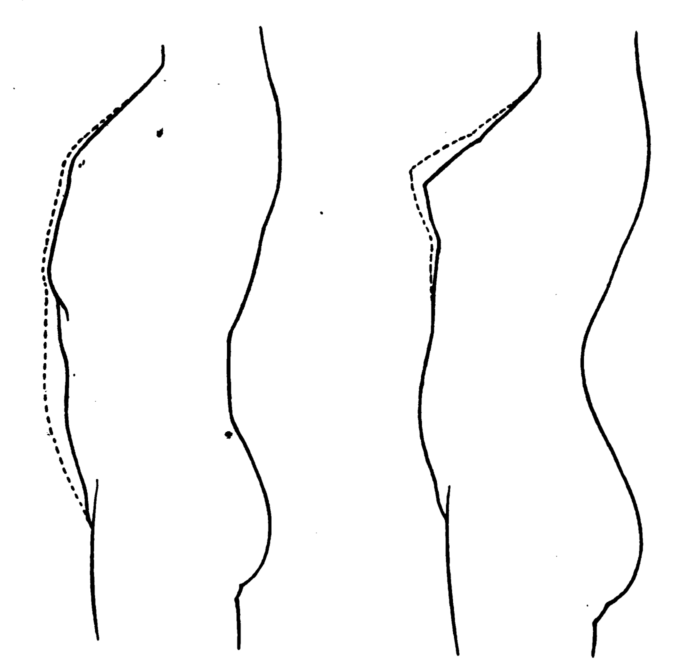


Fig. 27. Atembewegung bei Mann und Frau.

Frauen, besonders durch die unnachgiebige Panzerung des Korsetts. Naturgemäß vermissen wir sie auch bei den Naturvölkern, die keine die Taille einschnürende Kleidung tragen.

Beim Ausatmen lassen wir die angestrengten Muskeln erschlaffen. Die Brust sinkt zusammen. Die Luft entweicht. So treten in der Minute etwa acht Liter Luft in die Lungen

Digitized by Google

und kommen mit dem feinen maschigen Blutaderflechtwerk in Berührung, wo Sauerstoff gegen Kohlensäure umgewechselt wird.

Wenn, wie wir sahen, die Atmung zur Voraussetzung hat, daß der Brustkorb gehoben, das Zwerchfell abgeflacht wird, dann wird sie nicht mehr genügen, wenn die bewegenden Muskeln gelähmt sind. Dann tritt Erstickungsgefahr ein. Das Pfeilgift der Indianer z. B. lähmt die Körpermuskulatur, auch die Atemmuskeln. Ergo erstickt das Opfer. Ähnlich gibt es Nervenkrankheiten, die die Atmungsmuskeln lähmen und durch Erstickung töten. Trichinen können die Atmung stark behindern, wenn sie in diese Muskeln wandern. Bei der Bauchfellentzündung wird wegen der enormen Schmerzhaftigkeit das Zwerchfell nicht bewegt, oder es wird sogar richtig gelähmt. Zum normalen Ablauf der Atmung gehört eine durch nichts gehinderte Fähigkeit der Atemmuskulatur zu freier Arbeit.

Die eingeatmete Luft ist nun beileibe kein reiner Sauerstoff, sie enthält nur 21 Prozent, während 79 Prozent Stickstoff und andere Gase sind. Daneben enthält sie ziemliche Mengen von Wasserdampf. Die ausgeatmete Luft ist wärmer als die eingeatmete. Sie enthält nur wenig Sauerstoff, dagegen viel Kohlensäure und ist mit Wasserdampf übersättigt, wie wir leicht sehen können, wenn wir gegen das Fenster hauchen. Durch die Ausatmungsluft wird dem Körper Wärme und Wasser in bedeutender Menge entzogen.

Sauerstoff kann n u r auf roten Blutkörperchen verfrachtet werden, die Kohlensäure ist auch noch an andere Blutbestandteile gebunden. Und das ist nicht immer gut. Es gibt eine Kategorie von Arbeitern, die in sogen. Caissons unter Wasser bei enorm hohem Außendruck arbeiten müssen. Bei diesem Druck nimmt das Blut im Blutwasser große Mengen von Kohlensäure auf. Wenn jetzt ein solcher

Digitized by Google

Caissonarbeiter plötzlich an die Oberfläche des Wassers, also zu unserem gewöhnlichen Atmosphärendruck zurückkehrt, dann geschieht dasselbe, was wir beim Entkorken einer Flasche Sekt sehen. Die bis dahin unter gewaltigem Druck stehende Kohlensäure wird plötzlich befreit und entweicht ungestüm. Nur schade, daß sie bei den Caissonarbeitern nicht an die freie Luft entweichen kann. Es bilden sich Kohlensäureblasen im Blut, die dem Leben ein jähes Ende bereiten, wenn man nicht die nötigen Vorsichtsmaßregeln anwendet, d. h. in ganz langsamem Tempo die Rückkehr zum rosigen Licht, zum normalen Luftdruck der Atmosphäre ermöglicht.

Wir atmen im Wachen etwa 15—20 mal in der Minute, so oft, als das augenblickliche Bedürfnis dazu vorliegt. Und dieses richtet sich ganz nach dem jeweiligen Bedarf des Körpers. Wird viel verbrannt, viel gearbeitet, dann ist der Sauerstoffverbrauch ein stärkerer, also muß rascher geatmet werden. Diesen Zustand haben wir normal beim Kinde mit seinem enorm regen Stoffwechsel. Im Schlaf ist umgekehrt die Atmung bedeutend verlangsamt, bis zu den exzessiven Graden, die wir an der kaum sichtbaren Atmung winterschlafender Tiere beobachten können.

Die Atmung ist völlig abhängig von dem momentanen Bedarf. Dadurch unterscheidet sie sich von der Nahrungsaufnahme. Von der Nahrung werden Reservevorräte angelegt in dem Materialienmagazin der Leber, im Fett und an anderen Stellen. Aus diesen Vorräten werden die Organe auch in den Verdauungspausen versorgt. Warum mag sich nun der Körper von Sauerstoff kein Depot anlegen? Das wäre doch vielleicht zweckmäßig. So ist man ja so armselig, daß das Leben immer an einem Seidenfaden hängt, wenn nur für Bruchteile von Minuten die Atmung unterbrochen wird. Warum also keine Vorräte von dieser kostbaren Lebensluft? Nun, doch wohl deshalb, weil wir Luft immer in jedem Augenblick zur Verfügung haben. Luft und

Digitized by Google

Sauerstoff ist überall. Sich davon einen Vorrat anzuspeichern, wäre ähnlich so, als wenn die Fische in ihrem Körper Wasservorräte anlegen wollten. Aber die Fische könnten doch aufs Trockene gelangen? Freilich, aber diese außergewöhnlichen, abnormen Fälle genügen nicht, um die ganze Spezies Fisch darauf einzustellen. So geht es uns auch. Wenn wir unter Wasser geraten, sind wir bald erstickt. Oder, wenn wir sonst „keine Luft kriegen" können. Wenn etwa ein Stück Fleisch den falschen Weg einschlägt und in den Kehlkopf gelangt, da rächt sich allerdings der Mangel eines Sauerstoffvorrats. Ja, wenn wir zum zeitweiligen Aufenthalt unter Wasser gezwungen wären, um unsere Lebensbedürfnisse zu befriedigen, dann hätten wir allerdings zum Leben unter Wasser einen Sauerstoffvorrat nötig! Die Tauchtiere z. B. nehmen solche Vorräte mit, die Tauchkäfer unter den Flügeln. Die Natur schafft nur da neues, wo es für die ganze Art Bedeutung hat, sie spezialisiert nicht auf den einzelnen Fall. Einen ganz geringen Vorrat von Sauerstoff besitzen übrigens doch einige Zellen, einen Vorrat, der aber nur für Augenblicke ausreicht.

Zur Atmung gehört also zunächst Luft. Reine, sauerstoffhaltige Luft. Sie muß unter einem bestimmten Druck stehen. Sie muß aber auch Zutritt zu den Lungen haben. Also müssen Zwerchfell und die übrige Atemmuskulatur richtig funktionieren. Die Lunge muß sich ausdehnen, aber auch wieder zusammenfallen können.

Weiter muß das Blut zu den Lungenbläschen Zutritt haben. Und muß schleunigst wieder abfließen können. Endlich muß das Blut den richtigen Gehalt an funktionsfähigen roten Blutkörperchen haben.

All das ist bei der Atmung richtig aufeinander abgestimmt. Ist eine Bedingung nicht erfüllt, so treten Störungen der Atmung, also des Stoffwechsels ein, die überwunden werden müssen.

Digitized by Google

In solcher Harmonie ist alles aufeinander gestimmt, daß zu unserer Körpergröße bei mittlerer Arbeit eine bestimmte Größe der Lungenoberfläche und eine bestimmte Anzahl Blutkörper genau abgepaßt ist. Denken wir uns die Lungenbläschen, von denen Huschke beim erwachsenen Menschen 1800 Millionen zählte, aufgeschnitten und dicht nebeneinander ausgebreitet, so würden wir eine Fläche von 200 qm bedecken. Die Atmungsfläche der Lunge ist also 200 qm. Die Gesamtatmungsfläche der roten Blutkörperchen hatten wir mit 3200 qm berechnet gefunden.

Der Körper hat nichts Überflüssiges. Auch kein Blutkörperchen zuviel. Er läßt sich von seinem Bestand auch nichts abknapsen.

Wenn wir eben die vielen Bedingungen kennen lernten, unter denen die Atmung normal vonstatten geht, so ist es klar, daß sie in ihrer Zusammenstimmung leicht gestört werden können. Schon durch kleine Zufälligkeiten. Noch mehr durch Krankheiten. Wenn die Atmung gestört ist, hört aber die normale Funktion des Körpers auf. Der Organismus braucht seinen Sauerstoff. Er läßt sich nichts abziehen. Entweder — oder. Und hier liefert die Natur ein feines Meisterstück der Anpassung. Schlagfertig findet sich der Körper sofort mit erschwerten Atembedingungen ab. Seine Existenz wäre ja ohne solche Einrichtung von der Laune eines Augenblicks abhängig.

Nehmen wir an, der Körper erhalte nicht genügend Sauerstoff, weil die Luft nicht genügend Zutritt zu den Lungen hat, z. B. bei Diphtherie der Kinder. Gierig wird die Lebensluft eingesogen. Durch Mund und weit geöffnete Nase. Mit Gewalt wird die Brust gedehnt, das Zwerchfell gestrafft. Die Atmung ist beschleunigt. Tritt dieser Zustand plötzlich ein, so können natürlich Erstickungsmöglichkeiten einsetzen. Bei ganz langsamer Entstehung braucht das indessen kaum Beschwerden zu machen. Diese Art Kran-

Digitized by Google

ken lernen sehr bald mit der verminderten Menge Sauerstoff haushalten. Sie beschränken einfach ihre Bewegungen auf ein Mindestmaß. Mit dieser Anpassung können sie leidlich leben.

Wenn die Lungenoberfläche verkleinert ist, etwa bei der Rippenfellentzündung, oder bei der Lungenentzündung, sehen wir dasselbe Bild der beschleunigten Atmung, der Atemnot. Nur verschieden danach, ob der Krankheitsprozeß rasch und stürmisch oder langsam einsetzte. Und wieder sehen wir, daß, wie bei jeder Anpassung, der Organismus Zeit gebraucht, seine Gegenmaßregeln zu treffen.

Genau dasselbe bei Herzleiden. Das kranke Herz kann das von den Lungen kommende, sauerstoffhaltige Blut nicht aufnehmen. Die Körperzellen erhalten nichts. Hier sehen wir die Zustände höchster Atemnot.

Oder das Blut findet den Zutritt zu den Lungen verschlossen. Die Adern verriegelt durch einen geronnenen Blutpfropf. Oder die Gefäßnetze der Lungenbläschen veröden wie bei der Lungenerweiterung. Das Blut findet keinen Zutritt zur Luft. So ließen sich die Beispiele zu hunderten vermehren.

Die roten Blutkörperchen müssen natürlich auch funktionieren können und in hinreichender Zahl da sein, und auch genügend von dem wunderbaren Eiseneiweiß enthalten, dem Hämoglobin. Unsere bleichsüchtigen jungen Mädchen schnappen bei der geringsten Anstrengung nach Luft. Bei einer Verblutung hören wir tiefe seufzende Atemzüge und durch Gähnen sucht der Körper sich möglichst viel der köstlichen Lebensluft zu verschaffen.

Der Körper muß ersticken, wenn den roten Blutkörperchen die Fähigkeit genommen wird, Sauerstoff aufzunehmen. Zum Beispiel, wenn das Hämoglobin, der Blutfarbstoff, zerstört wird. Es gibt einige Gifte, die diese fatale Eigenschaft haben. Das für so harmlos geltende chlorsaure Kalium zum

Digitized by Google

Beispiel, das in naivem Leichtsinn von den Laien so gern zum Gurgeln genommen wird und leider in den Apotheken abgegeben werden darf. Außerdem haben Morcheln die unangenehme Eigenschaft, zuweilen ein böses Gift, das Morchelgift, zu enthalten, das dieselbe böse Wirkung auf rote Blutkörper hat. Wir kennen noch mehrere solcher Stoffe, so einige Gase, wie Phosphor- und Arsenwasserstoff, die allerdings als Laboratoriumsprodukte mehr theoretisches Interesse haben.

Von größter Bedeutung ist aber ein anderes Gas, das Kohlenoxyd, das durch seine Vergiftungen nur allzu große traurige Berühmtheit erlangt hat. Das zerstört das Hämoglobin nicht, aber es bindet sich daran fest. Wie der Sauerstoff. Und wenn der Sauerstoff kommt, findet er seinen Platz besetzt. Und das Kohlenoxyd gibt den Platz nicht ab. Die Kähne sind mit falscher Ladung befrachtet, und die Zellen, die begierig nach Sauerstoff schmachten, ersticken. Dasselbe Bild bei der Leuchtgasvergiftung.

Dieser Zerstörung und Verminderung der roten Blutkörper steht der Organismus zunächst machtlos gegenüber, besonders, wenn sie stürmisch eintritt. Aber dann greift er ein. Was verloren ist, ist verloren. Die einzige Rettung besteht in schleunigster Bildung neuer roter Blutkörper. Eile tut not. Also hurtig voran. Und nun bildet er diese unentbehrlichen Elemente in Massen im Knochenmark, denn im roten Knochenmark, unter dem Schirm und Schutz der harten Knochenmauern, arbeitet die Fabrik, die dem Organismus die Blutscheiben liefern muß. Ja, Knochen, die unter normalen Verhältnissen gar nicht mehr in Betracht kamen, werden jetzt zur Mitwirkung herangezogen, in ihrem Mark die Blutkörper zu bilden. Daher beim Untergang vieler roter Blutkörper das massenhafte Auftreten von rotem Knochenmark an Stellen, wo wir es garnicht vermuten.

Unsere ganze Atmung vollzieht sich unter normalen

Digitized by Google

Verhältnissen bei einem normalen barometrischen Luftdruck von etwa 760 mm. Wenn nun dieser sinkt? Das wäre der Fall, wenn wir uns hoch über die Erdoberfläche erhöben. Etwa mit dem Luftballon oder auf hohe Berge. Die günstige Einwirkung des Lebens auf Bergeshöhen auf die Gesundheit ist in dieser Allgemeinheit leider Fabel. Tiere und Pflanzen fliehen die Gipfel und suchen die Täler auf. Die Menschen, die hoch oben zu leben gezwungen sind, zeigen oft gesundheitliche Störungen verschiedener Art. Die englische Krankheit ist auf den Höhen sehr verbreitet. Ebenso Idiotie und Kretinismus. Da hier der Luftdruck bedeutend vermindert ist, ist auch der Druck des Sauerstoffs dementsprechend geringer. Er verbindet sich nicht so leicht mit dem Hämoglobin. Infolgedessen treten Atemstörungen ein, und mit ihnen eine Reihe anderer Erscheinungen, die damit in Zusammenhang zu bringen sind: Schlappheit, Müdigkeit, Gefühl großer Schwere, Kopfschmerzen, Ohrensausen, Atemnot, Erbrechen usw. Das ist die sogen. Bergkrankheit. Mangel an Training, Ermüdung, Mangel an Schlaf, Hunger spielen eine Rolle mit, ebenso wie die Gewöhnung. Indessen sind auch die Führer nicht völlig frei davon.

Die Ursache ist, daß der Sauerstoff nur lose an das Hämoglobin gebunden wird. Am schlimmsten sind die Erscheinungen bei solchen Personen, die zu Pferde gekommen sind, und nun zu marschieren anfangen, also Sauerstoff verbrauchen. Ebenso bei solchen, die aus der Ebene kommen. Das Übel ist nach einigen Tagen spurlos verschwunden, der Körper hat sich also angepaßt. Aber wie?

Da der Sauerstoff nur lose gebunden wurde, jeder Kahn also nur wenig Fracht erhielt, vermehrt der Körper die Zahl der roten Blutkörperchen. Und diese Vermehrung, die Neubildung von Blutkörperchen, ist eine ganz rapide. Fast explosionsartig. Zugleich wird die Größe der roten Blutkörperchen verkleinert, von 7 auf 5—6 Tausendstel Milli-

Digitized by Google

meter, mit anderen Worten, die Oberfläche wird vergrößert. Die ganze Masse der roten Blutkörper wächst um 20—30%. Viault fand an sich in den Kordilleren eine Vermehrung von 5 Millionen auf 8 Millionen im Kubikmillimeter! Übrigens haben die Höhentiere normaler Weise eine ver-

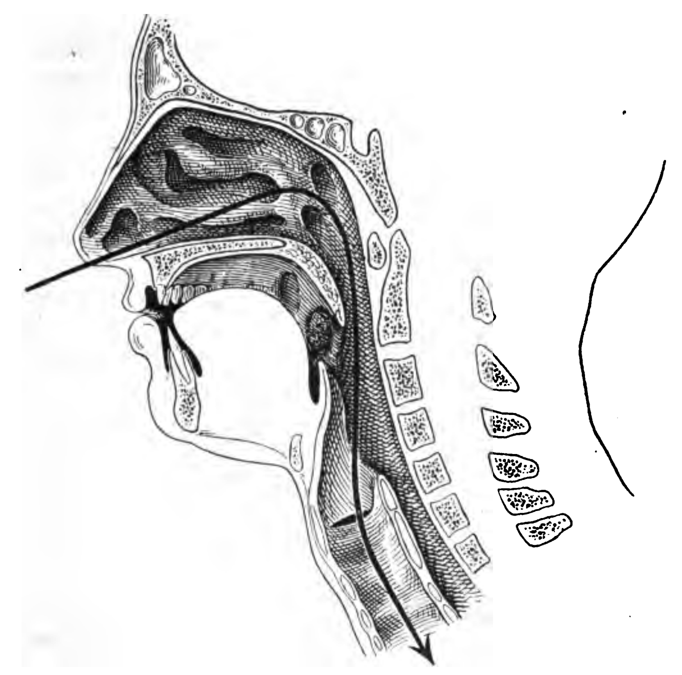


Fig. 28. Weg der Atemluft.

mehrte Anzahl von roten Blutkörperchen. Bei der Rückkehr in die Ebene treten wieder normale Verhältnisse ein.

Ein Apparat, der so fein und raffiniert arbeitet, wie die Lunge, muß noch andere Schutzvorrichtungen haben.

Zunächst verschließt sich, wenn man scharfe Gase einatmet — man verbrenne ein Stück Schwefel — der Kehlkopf

Digitized by Google

krampfartig, so daß wenigstens für kurze Zeit die Luft abgeschlossen ist. Das genügt, um an frische Luft zu kommen. Wenn trotzdem, wie wir gehört haben, bei Kohlenoxyd, Leuchtgas und auch Grubengas, dieser Schutz ausbleibt, so müssen wir bedenken, daß es sich hier um kulturelle Kunstprodukte handelt, beim Grubengas um ein in der Natur verhältnismäßig seltenes Gas. Auf solche Extravaganzen kann sich der Organismus unmöglich für das ganze genus Homo anpassend einrichten.

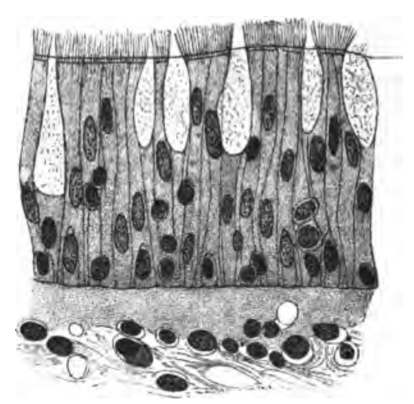


Fig. 29. Flimmerepithel. 530fache Vergrößerung.

Wir kennen kein Tier, das durch den Mund atmet. Immer durch die Nase. Nur der Mensch hat wieder seine besondere Spezialität sich angeschafft, die Mundatmung. Zum Teil aus Bequemlichkeit, wegen der Sprache. Dadurch begeben wir uns eines sehr wesentlichen Schutzes. (Abb. 28.) Der Atemweg durch die Nase ist eng, durch Vorbuchtungen verbaut, im Rachen scharf abgeknickt. Das ist sehr wichtig. Denn dadurch wird der Staub in diesen stets feuchten Anfangswegen zurückgehalten, ebenso wie etwaige Bakterien. Auf der ganzen Oberfläche der Atmungsorgane, Kehlkopf,

Digitized by Google

Luftröhren, bis in die Lungenbläschen hinein, wird ständig etwas Schleim abgesondert. An diesem bleiben Staub und Bakterien kleben. Und diese Schleimhäute haben noch etwas merkwürdiges. Sie sehen unter dem Mikroskop aus wie ein wogendes Kornfeld, sind mit „Flimmern" versehen. Und dieser flimmernde Besatz der Schleimhäute hat seine Bewegung dauernd nach einer Richtung gekehrt, nach dem Munde, nach außen. So werden die Bakterien und andere kleinsten Teilchen hinaus„gewimmelt". Damit noch nicht genug. Auf der Schleimhaut halten sich auch dauernd Polizisten auf, weiße Blutkörperchen, die solche Fremdkörper in sich aufnehmen und abführen in das zwischen den Lungenbläschen liegende Lungengewebe oder die Lymphdrüsen an den Luftröhren. Daher kommt es, daß beim Erwachsenen die Lunge grau oder schwärzlich aussieht, von all dem Staub, den wir unser Leben lang haben einatmen müssen. Am stärksten ist das ausgebildet bei den tintenschwarzen Lungen der Arbeiter in Kohlenbezirken.

Die den Körper verlassende Luft ist mit Wasserdampf gesättigt. Wenn wir einatmen, erwärmt sich die Luft schon in den oberen Luftröhrenästen (wie Aschenbrand bewies) auch bei kalter Außentemperatur auf Körperwärme und sättigt sich mit Wasserdampf. Das hat einen doppelten Vorteil: die feineren Luftröhrenäste und die Lungenbläschen werden vor der Schädigung durch kalte Luft und zweitens vor Austrocknung bewahrt.

Ist ein Fremdkörper oder Bakterium auf die Schleimhaut der Nase geraten, so sammelt sich um ihn vermehrter Schleim, er reizt zum Niesen — „Zur Gesundheit" — der Fremdkörper ist draußen, die Gefahr abgewendet.

Dasselbe spielt sich in den Verzweigungen der Luftröhren ab. Wenn hier sich ein Staubkörnchen oder ein Bakterium mißliebig macht, so wird es auch mit Gewalt an die Luft befördert. Das nennt man Husten. Man hat sich

Digitized by Google

daran gewöhnt, den Husten als etwas Lästiges, Krankhaftes zu betrachten. Das ist nicht richtig. Im Gegenteil, der Husten ist eine sehr wirksame Schutzvorrichtung. An sich ist er nie schädlich, er ist nur das Symptom von krankhaften Vorgängen, die sich auf der Schleimhaut der Atmungsorgane abspielen. Also die Begleiterscheinung, aber nicht selbst etwas Krankhaftes. Er wirft das Kranke aus. So stiftet er Segen. Aber wenn wir uns fragen, wie Husten zustande kommt, so finden wir die Antwort: durch einen Reiz auf die Luftröhrenschleimhaut. Das ist in der Mehrzahl der Fälle ein Fremdkörper. Aber nicht immer. Es kann auch ein anderer Reiz sein, ein Geschwür, ein kleiner Polyp oder dergleichen. Ja, wie soll der Körper das unterscheiden können? Er wendet auch hier sein Universalmittel an, aber der Husten entfernt natürlich den Reiz nicht, und ist nutzlos. Der Reiz bleibt, auch der Husten. Durch den Husten wird der Reiz vermehrt. Durch den vermehrten Reiz der Husten verstärkt. So kann allerdings der nutzlose Husten in krampfhaften Anfällen bis zur Erschöpfung sich fortpflanzen, und Wohltat wird Plage.

Wir kehren zum Blut zurück. Seine Aufgabe ist, den Geweben Nahrung und Sauerstoff zuzuführen. Wie es den Sauerstoff an die Zellen der Gewebe bringt, wie es in den Lungen durch die Atmung sich mit Sauerstoff beladet, haben wir gesehen. Aber wie bringt das Blut den Geweben die Nahrung, die in dem Darm vorbereitet, verdaut und aufnahmefähig gemacht ist? Zucker und Kohlehydrate werden, wie wir sahen, gelöst, direkt den Blutgefäßen übergeben und in der Leber aufgestapelt. Das Fett wird durch die Lymphstränge dem großen Lymphgang zugeführt und rinnt durch ihn dem Blutstrom zu. Aber das Eiweiß? Daß die Eiweiße im Darm umgewandelt, abgebaut werden, haben wir gehört. Und wie sie in der Darmwand durch

Digitized by Google

ein Ferment, das Erepsin, in Menscheneiweiß wieder zusammengesetzt werden. Aber — wo bleibt dies? Es hat nie gelingen wollen, freies Eiweiß oder seine Abbauprodukte in dem vom Darm strömenden Blute nachzuweisen. Auf welche Weise gelangt es denn in den Körper? Dafür liefert uns eine Erklärung die Tatsache, daß nach dem Essen der Gehalt des Darmblutes an weißen Blutkörperchen außerordentlich vermehrt ist. Hofmeister stellte fest, daß in dem Darm von Katzen, die mit Fleisch gefüttert wurden, ein reichliches Lymphgefäßnetz zu finden war. Das ist ein Organ zur Herstellung weißer Blutkörperchen. Bei hungernden Katzen schwand dieses Lymphsystem. Danach hat sich folgendes Bild der Eiweißverdauung feststellen lassen: Das Eiweiß wird durch die Verdauungsorgane umgewandelt, abgebaut, massenhafte weiße Blutkörper strömen herbei in die Darmzotten, werden hier im Lymphgefäßsystem in großen Mengen neu produziert, sie nehmen das Eiweiß auf und schleppen es zu den nahrungsbedürftigen Organen. Hier bieten sie den Zellen, selbst zerfallend, ein konzentriertes Nährmittel. Deswegen finden wir auch überall, wo eine starke und kräftige Ernährung eines Organes nötig ist, eine Überfüllung dieses Organs mit den kleinen Blutkörperchen. So z. B. bei sehr rasch wachsenden Organen, wie dem Gehirn eines Kindes, nach Verletzungen, die in Reparatur begriffen sind usw.

Auch bei der Fettverdauung spielen sie eine Rolle. Trotzdem wir in der Verdauung einen milchartig weißen von Fett getrübten Strom aus dem Darm dem Blute zufließen sehen, erweist sich dieses selbst stets frei von Fett (säugende Tiere ausgenommen). Auch hier waren die weißen Blutkörperchen tätig dem Körper auf Umwegen das Fett nutzbar zu machen. Und wiederum sind es die weißen Blutkörperchen, die, wie neuerdings nachgewiesen ist (Arnold, Hesse), dem Körper sein Eisen aus den Nahrungsmitteln zuführen.

Digitized by Google

Diese Tatsachen sind wirklich merkwürdig genug, um uns noch einmal die weißen Blutkörperchen genauer zu betrachten. Wir bringen noch einmal etwas Blut unter das Mikroskop. Möglichst unter denselben Bedingungen, wie es im Körper floß, um es nicht zu stören. Also bei 37 ° C. Das erreichen wir, wenn wir den Objekttisch etwas heizen. Jetzt sehen wir neben den vielen, vielen roten Blutkörperchen auch einige weiße, oder wie man sie auch nennt „Leucocyten".*) Da, wir trauen unseren Augen kaum, sehen wir etwas sehr merkwürdiges. Das sind ja unsere alten Bekannten, die Amöben. Sie bewegen sich, genau wie diese. Ein stetes, wenn auch sehr langsames Fließen. Ja, noch mehr. Daneben liegt ein kleines Körnchen. Ein Rest eines eben abgestorbenen roten Blutkörperchens. Und nun — wirklich und wahrhaftig — genau wie die Amöbe, das weiße Blutkörperchen fließt darüber hin und — frißt das. 's ist so! Die weißen Blutkörperchen, die Leucocyten können fressen. Man kann sie auch füttern, wie die Amöben. Wenn man beim Frosch etwas Karminanreibung unter die dünne Haut des Rückens bringt, findet man seine Leucocyten nachher vollgepfropft mit Körnchen dieses roten Farbstoffs. Und diese ihre Fähigkeit, fremde Substanzen in sich aufzunehmen, nutzen sie in einer ganz eigentümlichen, für den Organismus wohltätigen Weise aus. Sie sind die Polizisten des Körpers. Überall, wo fremdes, geformtes Material im Körper sich findet, wird es von den Leucocyten abgeführt und unschädlich gemacht. Wir hatten schon gesehen, wie die Straßen-, Kohlen-, Steinstaub-Partikelchen, die wir einatmen, von den Leucocyten aufgenommen und in die Lymphdrüsen geschleppt

*) Die Wissenschaft unterscheidet verschiedene Arten dieser weißen Blutkörperchen. Um das Verständnis nicht zu erschweren, habe ich diese Unterscheidung hier nicht berücksichtigt. Im folgenden werden abwechselnd die Ausdrücke weiße Blutkörperchen, Leucocyten, Wanderzellen, als gleichbedeutend gebraucht. D. Vf.

Digitized by Google

werden, wo sie, in sicherem Gewahrsam, kein Unheil mehr anstiften können. So wird die Oberfläche der Lunge stets rein und atemfähig erhalten. Losgestoßene Gewebsteilchen, abgestorbene rote und weiße Blutkörperchen, alles wird fortgefegt: gefressen und in Lymphdrüsen und Milz deponiert.

Das geht noch weiter. Überall, wo im Körper irgend etwas Fremdes ist, gehen die Leucocyten ans Werk. Handelt es sich um größere Stücke, etwa Knochensplitter, so wird das umgebende Gewebe verflüssigt bis zur nächstgelegenen Stelle der Körperoberfläche und der Knochen durch Eiterung entleert. Eiter ist nämlich nichts anders als eine massenhafte Ansammlung von weißen Blutkörperchen in dem von ihnen verflüssigten Gewebe. Von ihnen verflüssigt? Wie ist das möglich?

Wir müssen uns überlegen, was die Leucocyten sind. In dem großen Zellenstaat des menschlichen Körpers sind sie die einzigen wirklichen Zellen, die sich eine gewisse Selbstständigkeit bewahrt haben. Wir können sie gewissermaßen als einzellige lebende Wesen betrachten, die in dem menschlichen Körper leben. Sie leben auch ganz selbständig, sind nicht, wie die anderen Zellen des Organismus der Einwirkung des Nervensystems unterworfen. Man hat sie deswegen auch als „Parasiten" aufgefaßt. Diese Auffassung ist Geschmackssache. Wenn wir als Parasiten lebende Wesen bezeichnen, die auf Kosten eines anderen lebenden Wesens sich ernähren, diesem die Nahrung entziehen, ohne ihm dafür Ersatz zu bieten, so ist das hier nicht richtig. Denn die Leucocyten bieten dem Organismus eine wertvolle unersetzliche Hilfe. Zur Verdauung und als Sicherheitspolizei. Deswegen erscheint es vielleicht vorteilhafter, sie als Zellen zu bezeichnen, die in dem großen Organismus sich ihre primitive Eigenart bewahrt haben. Während die übrigen Zellen sich in Organen und Geweben festlegen und differenzieren mußten, einseitig gewisse Fähigkeiten weiter ent-

Digitized by Google

wickelten und andere verkümmern ließen, behielten die weißen Blutkörper ihre Amöbennatur. Und wie diese atmen, fressen und verdauen sie, bewegen sie sich und pflanzen sich durch Teilung fort. Und der Effekt ihrer Arbeit ist segensreich für den Organismus.

Die Verflüssigung der Gewebe, die Eiterung, ist nichts als eine Folge der verdauenden Tätigkeit der Leucocyten. In der Tat findet man in jedem Eiter die Spaltungsprodukte der Eiweißkörper, wie sie bei jeder Verdauung angetroffen werden. Ist ein Finger abgestorben, durch Frost oder Verbrennung, dadurch dem Körper fremd, überflüssig geworden, so wird er beseitigt: das anstoßende gesunde Gewebe wird verdaut, verflüssigt („Demarkierung"), danach fällt der tote Teil ab. In überraschendster Weise findet man diese Fähigkeit der Leucocyten, überflüssige Bestandteile des Körpers zu entfernen bei der Metamorphose der wirbellosen Tiere und der Amphibien. Wenn die geschwänzte, niedlich-burleske Kaulquappe das muntere Fischleben im Wasser, das ihr Nahrung in Fülle bot, nach uraltem Naturgesetz vertauschen muß mit dem Landleben, dann ist die Nahrung knapp. Denn wie soll dies arme hilflose Geschöpf die raschen Mücken oder auch nur Käfer jagen. Erst muß es sich üben. Und bis dahin würde es verhungern, wenn nicht sein — Schwanz wäre. Und die Leucocyten. Denn diese wandern in den dem Untergange geweihten überflüssigen Schwanz, zehren an ihm und nähren mit dessen Verdauungsprodukten die Quappe, bis sie soweit ist, daß sie — buchstäblich — auf eigenen Füßen stehen und als Frosch sich selbständig Nahrung suchen kann.

Warum strömen denn nun die weißen Blutkörper immer dorthin, wo ihre Anwesenheit erwünscht ist? Sei es, daß sie Eiweißkörper in sich aufnehmen wollen oder Fremdkörper beseitigen? Denn zweifellos sehen wir an diesen Stellen eine ungeheure Vermehrung ihrer Zahl.

Digitized by Google

Die Beantwortung dieser Frage knüpft sich an eines der interessantesten Forschungsergebnisse der neueren Biologie. 1883 fand der Leipziger Botaniker Pfeffer, daß die Schwärmsporen einiger Algen und Farne von gewissen Substanzen angezogen, von anderen abgestoßen würden. Er nannte diese Erscheinung — positive und negative — Chemotaxis. Es würde mich zu weit führen, wenn ich auf die Lehre von der Chemotaxis, die in gleichem Maße Gegenstand der Forschung für Botaniker, Bakteriologen, Mediziner und Biologen wurde, hier näher eingehen wollte. Wir werden später noch darauf zurückkommen müssen. Es genüge festzustellen, daß alle niedrigen Lebewesen, Amöben, Infusorien, Bakterien und besonders die Leucocyten, hervorragend chemotaktisch zu beeinflussen sind, d. h. sehr leicht von gewissen Stoffen angelockt werden. Solche Stoffe sind besonders die Eiweißsubstanzen. Durch diese Chemotaxis finden die oben erwähnten Erscheinungen, das Einwandern von Leucocyten in Teile, die zu beseitigen sind (s. o. Finger, Knochensplitter) ihre Erklärung. Hier zerfielen Eiweißkörper, die die weißen Blutkörperchen anlockten, ebenso in dem Schwanz der Kaulquappe, der funktionslos geworden, ungenügend ernährt wird und dem Schwund anheimfällt.

Und wiederum dasselbe Bild bei der Eiweißverdauung im Darm, wo die Darmzotten förmlich schwimmen in einer konzentrierten Nährlösung. Wir werden die ungeheure Vermehrung der weißen Blutkörperchen bei Krebskranken (Krebskachexie) erklärlich finden, da bei der rasch wachsenden Geschwulst der gleichzeitige Eiweißzerfall ein enormer ist.

Und wie diese, dem Körper eigentümlichen Eiweißstoffe, wirken auch solche, die ihm ursprünglich fremd sind. Experimentell kann man eine Leucocytenvermehrung hervorrufen durch Einspritzen von eiweißartigen Substanzen (z. B. Kleberlösungen) in den Körper. Ferner wirken anlockend gewisse chemische Substanzen, z. B. das Terpentinöl und

Digitized by Google

das Crotonöl — das bei dem als Baunscheidtismus bekannten Heilverfahren unseligen Angedenkens diese seine eitererregende chemotaktische Wirkung prompt betätigte — gewisse Harzstoffe und vor allem viele von Bakterien produzierten „Toxine“.

Je mehr wir uns mit dem Studium des Blutes beschäftigen, desto klarer kommt uns zur Einsicht, daß es sich nicht um eine einfache tote Flüssigkeit handelt, die vom Herzen durch die Werkstätten des Körpers getrieben wird, sondern daß es selbst lebt. Daß es selber ein Organ ist, mit ungeheurer Vielseitigkeit seiner Arbeitsleistungen. Die an Zahl so überlegenen roten Blutkörperchen sind allerdings nur auf e i n e Kunst gedrillt, Sauerstoff und Kohlensäure zu verfrachten. Die eigentlichen Helden sind die weißen Blutkörper. Sie nehmen die Nahrung aus dem Darm in Empfang, sie fegen den Körper rein von allem was tot, unrein und verderblich ist, — sie leisten auch noch viel mehr.

Sie nehmen die Nahrung aus dem Darm in Empfang. Das für den Aufbau wichtigste Nahrungsmittel ist das Eiweiß. Jedermann weiß aus eigener Anschauung, daß die „Eiweiße“ ganz verschieden sind. Das Eiweiß in den Hühnereiern sieht anders aus und schmeckt anders, als das vom Kiebitz, dieses unterscheidet sich von dem des Gänseeis. So gleicht vollständig kein Eiweiß dem anderen. Auch andere Eiweißarten sind durchaus ungleich: das Fleisch des Schweines ist anders wie das des Kalbes oder Hasen. Das Fleisch- oder Muskeleiweiß ist von ganz anderer Beschaffenheit als das z. B. des Gehirns oder das der Sehnen. Und alle diese Eiweißarten sind grundverschieden von dem Eiweiß der Pflanzen.

Aufgabe des Organismus ist es, diese fremden Eiweißarten, die ihm als Nahrung dienen, sich stoffeigen zu machen, zu „assimilieren“, in sein Fleisch und Blut,

Digitized by Google

in „sein" Eiweiß zu verwandeln. Das tut er in der Verdauung. Zuerst schlägt er die Eiweißmoleküle in Trümmer — denn nichts anderes ist die Verdauung, als ein Abbau, eine Zerlegung des Eiweißes in einfachere Bestandteile. Diese Bruchstücke präsentiert er in den Darmzotten dem Blut, den weißen Blutkörperchen, die daraus wieder ein Eiweiß aufbauen, ihr Eiweiß, Menscheneiweiß. Und nun bringen diese sich selbst den Organen zum Opfer, sie zerfallen, und ein jedes Organ, jede Zelle baut sich aus den zerfallenden Leucocyten sein spezifisches Eiweiß, das nur diesem und keinem anderen Organ zukommt.

Das sind in der Tat komplizierte Einrichtungen. Dem Forscher genügt es aber nicht, dieses entdeckt zu haben. Er stellt Fragen an die Natur — durch das Experiment — die das Problem noch viel verwickelter machen.

Er fragt, was geschieht, wenn ich einem Tier Hühnereiweiß nicht als Nahrung durch den Mund gebe, sondern es ihm direkt ins Blut bringe? Bei einem solchen Versuch würde also den Organen artfremdes Eiweiß angeboten, der erste und zweite Akt der Eiweißumsetzung, der Abbau im Darm und der Wiederaufbau in den Leucocyten sind ausgefallen. Spritzt man einem Kaninchen Hühnereiweiß ins Blut, so treten heftige Vergiftungserscheinungen auf, denen das Tier erliegen kann. Man kann das Tier aber an das „Gift" gewöhnen. Man spritzt zuerst sehr wenig ein und wiederholt das in geeigneten Zwischenräumen. Schließlich macht sich das Tier nichts mehr aus dem „Gift", es ist gegen seine Wirkungen gefeit, immun. Wenn man nun dieses Tier tötet, sein Blut auffängt und sich absetzen läßt, so hat das Serum (Blutwasser) — im Unterschiede zu dem eines nicht vorbehandelten Kaninchens — eine merkwürdige Eigenschaft erlangt. Wenn man es zu Hühnereiweiß zusetzt, wird dieses trübe, es bildet sich ein Niederschlag. Aber nur in dem Eiweiß von Hühnern, nicht in dem andrer Vögel,

Digitized by Google

geschweige denn in einer Eiweißlösung anderer Herkunft. Ein anderer Versuch. Man nimmt statt Hühnereiweiß ein anderes, etwa Pflanzeneiweiß, und experimentiert in derselben Weise. Das Kaninchen liefert dann ein Serum, das nur in der Lösung dieses Pflanzeneiweißes, in keiner anderen, einen Niederschlag erzeugt. Spritzt man Kuhmilch ein, also eine Lösung von Milcheiweiß, Casein, so erhält man von dem Kaninchen ein Serum, das aus der Kuhmilch das Casein in Flocken ausscheidet, aber nur in Kuhmilch, nicht in Pferde-, Esels-, Ziegen-, Frauenmilch. Nach Einspritzung von Muskeleiweißlösung, aus Pferdefleisch etwa, erhält man auf dieselbe Weise ein Serum, das nur in der Lösung von Pferdefleischeiweiß eine Trübung und Fällung erzeugt. Und so ist mit einer Menge verschiedener Eiweißarten experimentiert, immer mit demselben Erfolg, daß das gewonnene Serum die Fähigkeit erhalten hat, nur die betreffende Eiweißart auszufällen.

Auf diese Weise kann man natürlich Natur, Art und Herkunft einer Eiweißart feststellen. Das ist ein Gewinn von großer praktischer Bedeutung. Die Chemie ließ uns hierbei vollkommen in Stich. Weder weiß sie uns bis jetzt mit Sicherheit etwas über die Zusammensetzung der Eiweißkörper zu sagen, noch über die Ursache ihrer Verschiedenheit. Auch versagt die chemische Analyse, wenn es sich etwa darum handeln sollte, zu unterscheiden, was für eine Eiweißart in einer gegebenen Substanz vorhanden ist. Hier liefert die biologische Reaktion uns eine Handhabe von großer Bedeutung auch für das praktische Leben.

Es soll z. B. festgestellt werden, ob eine Wurst Pferdefleisch enthält. So braucht man nur einen wässrigen Auszug davon zu machen, etwas Kaninchen-Pferdefleisch-Serum zuzusetzen, und hat die Gewißheit, daß die Wurst, als sie noch lebte, dem schnellfüßigen Roß angehörte, wenn eine Trübung auftritt. Prof. Uhlenhuth, der diese Methode

Digitized by Google

ersonnen, hat auf diese Weise in Nahrungsmitteln Pferdefleisch, ja Fleisch von Hunden und Katzen nachweisen können. Es ist ein Glück, daß wir mit Hilfe dieser prompten Beweisführung den sauberen Produzenten solcher „Genußmittel" einmal auf ihre unsauberen Finger klopfen können.

Freilich müssen wir eine kleine Einschränkung machen. Wir wollen ehrlich zugestehen, daß die Trübung, die z. B. nach einem Kaninchen-Hühnerei-Serum im Hühnereiweiß auftritt, auch, nur nicht so stark, im Ei von Perlhuhn auftritt, Gänseei-Serum auch im Entenei. Aber wenn man dieser Grenzen sich bewußt bleibt, wird die große praktische Bedeutung für gerichtliche Untersuchungen dadurch wenig beeinträchtigt. Ja, diese Tatsache hat uns, wie wir später sehen werden, überraschende Aufschlüsse in anderer Beziehung geliefert. Spritzt man statt dieses toten Eiweißes aktive, tätige Substanzen ein, Fermente, so bildet das Blut auch hier Gegengifte, die die verderbliche Wirkung des Ferments aufheben. So bildet sich nach Pepsineinfuhr ein „Antipepsin" im Serum, das in der Lösung dieses Pepsins einen Niederschlag erzeugt. Ähnliche Gegenstoffe bilden sich gegen Lab, Fibrinferment, Pankreasferment und andere tierische und pflanzliche Fermente.

Man hat Kaninchen auch Blutserum eingespritzt von den verschiedensten Tieren und vom Menschen. Auch hier treten Vergiftungserscheinungen ein, die man vermeidet, wenn man zuerst wenig, dann steigend in größeren Zwischenräumen mehr einspritzt. So erhält man vom Kaninchen ein Menschenserum-Serum, ein Rinderserum-Serum usw. Und eine jede dieser am Kaninchen gewonnenen Serumarten hat die Fähigkeit der spezifischen Reaktion, nur in dem zugehörigen Serum. Solche Fälle, wo einem Menschen fremdes Serum eingespritzt wird, kommen in der Natur vor, beim Schlangenbiß. Das Gift, das hier so furchtbar

Digitized by Google

wirkt, ist auch ein Serum. Calmette ist es gelungen, auf die hier angegebene Weise ein Gegenserum herzustellen, das das Schlangengift ausfällt und unschädlich macht. Dieses gewonnene Serum scheint berufen, in der Zukunft eine Rolle zu spielen in der Behandlung der Schlangenbißverletzungen. Setze ich einer verdächtigen Flüssigkeit, von der ich vermute, daß sie Serum vom Menschen sei, etwas Kaninchenserum zu, das nach Vorbehandlung mit Menschenserum gewonnen ist, so erzeugt dieses einen Niederschlag, wenn der Verdacht berechtigt war. Ja, diese Reaktion ist so fein, daß irgendein Teil eines menschlichen Körpers, Blut oder Organe, nach Jahren noch, mit Wasser ausgezogen und filtriert, auf diese Weise als vom Menschen herstammend zu erkennen ist. Das ist von gewaltiger Wichtigkeit für die gerichtliche Praxis. Wir waren bisher nicht imstande, mit Sicherheit in solchen verdächtigen Fällen dem Gericht zu sagen: der Verdacht ist begründet, es handelt sich um Menschenblut. Die Chemie versagte vollständig, nur das Mikroskop konnte in frischem Blut einige Anhaltspunkte bieten, aus der Gestalt der roten Blutkörperchen, die wir in ihrer Mannigfaltigkeit kennen gelernt haben. Mit Leichtigkeit ließe sich da etwa frisches Hühnerblut von Menschenblut unterscheiden. Aber darüber hinaus versagt das Mikroskop. Nun vollends bei altem eingetrocknetem Blut, in dem die Gestalt der Blutkörperchen nicht mehr zu erkennen ist. Hier setzt die neue biologische Untersuchung ein, mit Erfolg. Mit solchem unwiderleglichem Erfolg, daß die Gerichte in zweifelhaften Fällen diese Methode entscheiden lassen. Aus der großen Zahl der Beispiele nur eins, von Professor Uhlenhuth berichtet, das in einem kritischen Fall den Ausschlag gab: Ein Mann wurde wegen Mordverdachtes verhaftet, weil an seinen Kleidern Blut klebte. Er beteuerte seine Unschuld, behauptete, das Blut rühre von einer Wunde seines Pferdes her. Das wurde ihm nicht geglaubt. Professor

Digitized by Google

Uhlenhuth wies die Richtigkeit seiner Aussage nach, der Mann wurde aus der Haft entlassen.

Freilich, nun kommt der Haken wieder. Auch diese Serumreaktion ist nicht streng spezifisch. So gibt ein Kaninchen, das mit Schweineblutserum vorbehandelt ist, einen Niederschlag nicht nur im Serum des Schweines, sondern auch des Wildschweins, das Kaninchen-Fuchsserum-Serum in dem von Fuchs und Hund; in derselben Weise kann man durch diese Reaktion noch folgende Gruppen absondern — Pferd, Esel — Hammel, Ziege (Rind) — Huhn, Perlhuhn, Taube — Gans, Ente*). Man sieht, es sind „verwandte" Tiere, die eine gemeinsame Reaktion zeigen. Ja, man kann den Grad der Verwandtschaft feststellen: je näher die Blutsverwandtschaft, desto stärker fällt die Reaktion aus.

Auf diese Weise kann man sich also über die Familien- und Verwandtschaftsverhältnisse der Tiere Auskunft verschaffen. Das hat Nuttall aufs eingehendste getan, er ist den verzwickten Verwandtschaftsverhältnissen der Tiere nachgegangen und hat auf Grund von Untersuchungen, die er an 900 Blutarten mit 16 000 Reaktionen angestellt hat, ein Werk geschaffen, das im höchsten Grade das Interesse der Zoologen beansprucht.

In welchen Blutarten ruft nun das am Kaninchen gewonnene Menschenserum-Serum einen Niederschlag hervor? Diese Frage liegt nahe, und berührt den Menschen aufs tiefste. Ist es nur in Menschenblut? Oder sollten auch noch andere Wesen diese Reaktion geben?

Man kann den Versuch leicht anstellen, und erhält immer dieselbe, immer die eine Antwort: Das Kaninchen-Menschenserum erzeugt einen Niederschlag im Menschenserum und

*) Neuerdings ist es Prof. Uhlenhuth gelungen, ganz spezifische Sera herzustellen, z. B. ein Fuchsserum-Serum, das nur im Fuchsblut einen Niederschlag gibt. Das ist für die gerichtliche Praxis von außerordentlicher Tragweite! D. Vf.

Digitized by Google

außerdem nur in dem der Menschenaffen, Gibbon, Orang-Utang, Gorilla, Schimpanse. Einen bedeutend schwächeren Niederschlag in dem Serum von Hundsaffen (Meerkatzen, Paviane, Schlankaffen). Bei den Affen der neuen Welt, Zebiden, Krallenaffen und Lemuren, keine Reaktion.

An dieser Tatsache, die einwandsfrei festgestellt ist, und jeden Tag aufs neue durch einfache Versuche erhärtet werden kann, läßt sich nicht rütteln. Wer sie bestreitet, der gleicht dem Bauer, der die Existenz eines Eisenbahnzuges bestritt, weil er noch keinen gesehen.

Und welchen Schluß sind wir gezwungen, aus dem Ergebnis dieser Versuche zu ziehen? Daß eine Blutsverwandtschaft zwischen Menschen und den Menschenaffen, die die Naturvölker als selbstverständlich annehmen, die die zivilisierte Menschheit bestritt, an die die wissenschaftliche Zoologie und Anatomie schon lange glaubte, die Darwin voraussetzte, daß eine solche Blutsverwandtschaft tatsächlich besteht.

Den klugen Menschen wird's um ihre Gottsähnlichkeit bange, die sie sich selbst in eitler Selbstüberhebung zugeschrieben haben. Sie leugneten den Entwickelungsgedanken und höhnten den Darwinismus, der lehrte, daß auch wir Menschen zu Menschen geworden, daß wir tierischer Abkunft sind. Man glaubte diese wahnwitzige „Irrlehre" aus religiösen, ästhetischen und ethischen Gründen abweisen zu müssen, man steckte den Kopf in den Sand, verschloß die Augen und verstopfte die Ohren vor der Wucht der Tatsachen, die der Darwinismus vorbrachte. Aber die Natur kommt wieder. Und mit gewaltiger Stimme ruft sie uns zu: Es ist doch so! Der Affe ist mit dem Menschen blutsverwandt.

Blutsverwandt, das ist's! Nicht, daß wir vom Affen abstammten, wie Darwin törichterweise behauptet haben soll. Nicht Abstammung, aber Mensch und Affe haben einen ge-

Digitized by Google

meinsamen Stammbaum, der in die Kindheitstage der Erde sich zurückverfolgen läßt. Und dieser Stammbaum ist weit, weit verzweigt. Auf jenem letzten Sproß der Affe, auf diesem höchsten der Mensch. Ein für allemal ist's mit dem Affen vorbei mit etwaigen Aussichten, noch einmal Mensch werden zu können. Auch kein anderes Tier hat jemals Aussicht auf Menschwerdung. Denn dazu fehlen die Bedingungen, die einstmals in äußerst günstiger Kombination dem Vorläufer des Menschen zur Menschwerdung verhalfen. Und wenn es auch diese geben würde — es ist für immer unmöglich — der Mensch beherrscht jetzt die Erde und duldet keine Herren neben sich.

Gewaltig ist die Gedankenarbeit, die in der Werkstätte des Menschengeistes geschaffen und geleistet wird, gewaltig sind die Erfolge, die triumphierend dem theoretischen Grübeln der Forscher auf dem Fuße folgen. Aber ein jeder Erfolg weckt die Sehnsucht, neue zu erringen, bringt neue Probleme, die der Lösung harren.

Wir hatten gesehen, was geschieht, wenn Eiweiß oder Serum verschiedener Herkunft einem Tier anderer Art eingespritzt wird. Im Blut treten Veränderungen ein, die wir eben besprochen haben. Veränderungen, die das lebendige, tätige Blut selber schafft. Handelte es sich hier um Eiweiß*lösungen*, so liegt die Frage nahe, wie denn das Blut sich verändern mag, wenn man nicht Lösungen von Eiweiß einführt, sondern geformtes, organisiertes Eiweiß, Protoplasma, Zellen?

Man spritze einem Tiere, einerlei welchem, irgendein Blut eines anderen Tieres anderer Art ein. Etwa einem Pferde Ochsenblut. Das Ochsenblut besteht aus Serum, Faserstoff und roten Blutkörperchen. Den Faserstoff entfernt man durch Schlagen des Blutes, auch das Serum kann man entfernen, um nur *rote Blutkörperchen* einzuführen.

Digitized by Google

Denn deren Wirkung möchte man studieren. Was geschieht? Wir entnehmen dem — mit Ochsenblut vorbehandelten — Pferde etwas Blut, lassen es gerinnen und absetzen, um das Serum zu gewinnen. Dieses Pferdeserum hat jetzt die Fähigkeit gewonnen, die roten Blutkörperchen des Ochsen aufzulösen. Das kann man im Glase vorführen. Aber auch im Körper des Ochsen: spritzt man diesem von dem gewonnenen Pferdeserum etwas ein, so stirbt er in kürzester Frist. Denn seine roten Blutkörperchen wurden aufgelöst. Es fehlen dem Körper die Kähne, um Sauerstoff und Kohlensäure zu verfrachten. Das Tier schnappt nach Luft, aber vergeblich. Wohl tritt die Luft in die Lungen, aber der Sauerstoff findet keine Schiffe vor, auf denen er verladen wird. Mit weiten Nüstern in Todesangst ächzt das Tier, nach Minuten ist es gestorben — erstickt.

Spritzt man dieses ungeheuer giftige Serum dem Ochsen aber in minimalsten Dosen ein und steigt in Pausen langsam, so tritt wieder etwas Wunderbares ein, das jetzt gewonnene Serum hebt die blutlösende Wirkung des anderen auf. Ein Gemisch von beiden, eingespritzt, ist wirkungslos. Eine Fülle von Kombinationen hat man in geistreichen Versuchen aufgestellt, und immer neue staunenswerte Fähigkeiten in der Reaktion des Organismus entdeckt.

Man verwandte Zellen zur Einführung in das Blut eines Tieres. Zunächst weiße Blutkörperchen. Als Reaktion bildete sich ein Serum, das die weißen Blutkörper des Ursprungtieres rapid löste, und eingespritzt in wenigen Stunden tötete. Ein solches Serum, durch Einspritzung von Pferde-, Rinder-, Schaf-, Ziegen-, Hundeleucocyten gewonnen, ist jedesmal streng spezifisch, es löst immer nur die weißen Blutkörper der betreffenden Spezies, aber nicht die des Menschen, für die man natürlich ebenso ein Vernichtungsserum schaffen kann.

Genau so kann man ein Serum herstellen, das nur

Digitized by Google

Samenfäden und zwar nur die der Gattung des Ursprungtieres vernichtet, ein anderes, durch Einspritzung, von Leberzellen erzeugt, das nur die Leberzellen des betreffenden Stammtieres zerstört. Ebenso mit Nierenzellen usw.

Delezenne spritzte Enten eine Verreibung von Hundehirn in der bekannten Weise ein. Er gewann so aus der Ente ein Serum, das in der Dosis von zehn Tropfen einen Hund rapid tötete! Der Hund starb an Gehirnlähmung. Noch in der Dosis von e i n e m Tropfen traten starke Vergiftungserscheinungen auf: Lähmungen und Krämpfe, von denen sich die Hunde wieder erholen konnten.

Diese Versuche betrafen alle Zellenmaterial, das den Organen eines anderen Tieres entstammte. Wie nun, wenn einzellige, selbständig lebende Wesen in die Blutbahn gelangen?

Die Untersuchungen hierüber sind von größter Wichtigkeit und praktischer Bedeutung. Denn unser menschlicher Körper und sein Blut ist, wie als bekannt vorausgesetzt werden darf, ja nur allzuoft der Tummelplatz solcher Wesen, besonders der Bakterien. Was geschieht mit denen? Wir werden die Frage in einem besonderen Kapitel ausführlich besprechen; wer bis hierhin aufmerksam gefolgt ist, wird schon ahnen können, was passiert. Meistens, ja allermeistens, soweit darf ich verraten, wird der Organismus im Handumdrehen mit diesem Gesindel fertig. Oft aber auch nicht, wie wir noch sehen werden.

Es gibt auch noch andere, schon viel größere einzellige Lebewesen, die in die Blutbahn des Menschen geraten können, die Tod und Verderben bringen, oft auch langes Siechtum. Vor ihnen macht leider die Tätigkeit der Leucocyten halt. Hier ist die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit. Da ist die Malaria. Ein einzelliges Wesen gelangt hier in das Blut, schmarotzt hier auf Kosten des Körpers in den roten Blutkörperchen und bringt so Siechtum und langdauernde Krankheit. Und wie kommen diese Parasiten

Digitized by Google

ins Blut? Darüber sind wir jetzt besonders durch die Untersuchungen von Robert Koch (nachdem freilich schon andere vorher darauf aufmerksam gemacht hatten) genau orientiert. Die Übertragung geschieht stets durch Stechmücken — Anopheles. Diese stechen einen Malariakranken, in dessen Blut schon diese niederträchtigen Tierchen ihr sorgenfreies Dasein führen, entnehmen ihm etwas Blut und mit ihm die Keime. Diese erleben in dem Mückenmagen eine eigentümliche Umwandlung und sind nach 10 Tagen so weit, daß sie durch einen Stich der Anopheles dem Menschen direkt ins Blut importiert werden. Ein höchst zweifelhaftes Geschenk! Sie wachsen sich aus, und — die Malaria ist da. Bedingung ist, daß die Stechmücken erst von einem Kranken Blut gezapft haben müssen, bevor sie die Krankheit übertragen können. In unserer fieberfreien Gegend können die Mücken stechen, soviel sie wollen: sie bringen uns wohl Unannehmlichkeiten, aber nicht die Malaria, solange kein Malariakranker hier ist.

Auf genau dieselbe Weise werden andere einzellige Wesen übertragen, die Ursachen entsetzlicher Krankheiten. Entsetzlich, weil hier die Fähigkeiten des Blutes versagen. Da ist das schreckliche Gelbfieber, durch Moskitos übertragen; von der Tsetsefliege verschleppt, die grausige Schlafkrankheit, die unter den Negern furchtbar haust und ganze große Gebiete, besonders am Victoria-Nyanza entvölkert. Wanzen übertragen die Parasiten des Rückfallfiebers, das ja auch bei uns vorkommt. Gewisse Zecken die Keime des Texasfiebers. Und so ist eine Reihe von Protozoen als Krankheitserreger gefunden und ihr Verbreitungsweg entdeckt. Anderen Übeltätern ist man auf der Spur.

Wenn hier an den — immerhin schon hoch organisierten — einzelligen lebenden Wesen die Blutkünste des Organismus versagen, wie erstaunlich viel bleibt uns trotzdem noch zu bewundern!

Digitized by Google

Folgender Gedankengang kristallisiert sich aus unseren Betrachtungen heraus: Artfremdes Eiweiß ist Gift für den Organismus, wenn es nicht den vorgeschriebenen Weg der Verdauung nimmt, sondern direkt mit dem Blute sich mischt. Davor muß sich der Körper schützen, will er nicht jählings untergehen. Und wie er das macht, das ist sein Meisterstück. Er bildet Substanzen, die sich im Serum lösen, diesem besondere Fähigkeiten geben, und ihm die Kunst verleihen, das fremde Eiweiß unschädlich zu machen. Mag es sich um ungeformtes, gelöstes Eiweiß, oder um geformtes, Blutkörperchen, Körperzellen handeln. Oder auch um Bakterien, selbständig lebende Wesen. Aber hier versagt die Kunst schon zuweilen, leider. Warum? Weil, wie wir sehen werden, die Bakterien selbst ihre vernichtenden Waffen haben. Ihre Grenzen findet dieses Vermögen fast immer — nicht immer, denn auch die erwähnten Krankheiten kann der Organismus zuweilen überwinden — wenn höher organisierte einzellige Wesen, vollends, wenn mehrzellige Tiere ins Blut gelangen.

Aber, welcher Teil des Körpers, welche Zellen sind in diesem Schutze tätig? Wiederum sind es die weißen Blutkörperchen, wie nachgewiesen ist. In untergeordneter Weise auch noch andere Körperzellen. Die weißen Blutkörperchen sind im Besitz dieser Zauberkünste durch ihre Fähigkeit zu fressen und zu verdauen. Die in dem — nach Vorbehandlung gewonnenen — Serum auftretenden Stoffe, die wir kennen gelernt haben, sind nichts anderes als Verdauungssäfte. Daß sie spezifisch sind, daß jedes Eiweiß sein eigenes, ganz besonderes Rezept hat, ist nur so zu erklären, daß sich unter dem Einfluß dieses besonderen Eiweißes ein besonderer, darauf gestimmter Stoff in den weißen Blutkörperchen bildet. Der löst sich — als Verdauungsstoff — im Serum, und das Kunststück ist fertig. Freilich ist das ein unendlich komplizierter Vorgang, wie

Digitized by Google

aus den Untersuchungen der Forscher hervorgeht. In die Details einzugehen, würde zu weit führen, auch über den Rahmen dieser Arbeit weit hinausgehen. Uns genüge zu wissen, daß die Tatsachen vorliegen.

Nicht nur der Mensch kann in seinem Blut diese Gegenstoffe darstellen. Wir sahen ja, wie an Kaninchen, Hund Pferd und allen möglichen Tieren experimentiert wird. Aber nicht alle Tiere können Gegenstoffe bilden. Nur die warmblütigen Wirbeltiere können es. Die anderen nicht. Auch nicht Fische, Reptilien und Amphibien. Dafür sind sie allerdings auch gefeit gegen die Giftwirkung artfremden Eiweißes. Nur Säugetiere und Vögel können deren Einführung mit Vernichtung durch Bildung des spezifischen Serums beantworten. Diese Kunst, so dürfen wir also folgern, ist eine Acquisition, die die höheren Tiere sich angeeignet haben während der langen Zeit ihrer Entwicklung als notwendiges Schutzmittel in dem immer härter werdenden Kampf ums Dasein.

Wir haben soviel von dem Blute erfahren, wie es in guten und bösen Tagen funktioniert, wie es ungünstigen Verhältnissen sich in erstaunlicher Weise anpaßt, daß es nicht schwierig fallen wird, zu dem Schluß zu kommen, daß dieses in stetigem, strömendem Wirbeln nie rastende Organ das wichtigste Organ des Körpers ist. Von ihm hängt alles im Menschenkörper ab, Ernährung, Wachstum und normales Funktionieren der Lebensmaschine. Die Körperzellen sind anspruchsvoll. Sie wollen immer von diesem flutenden nahrungsspendenden Lebenssaft umflossen sein. In dem Augenblick, wo die Zufuhr ausbleibt, mag die Pumpe, das Herz, die das Blut durch alle Organe jagt, seinen Dienst versagen, oder sonst ein Hindernis vorliegen, in dem Augenblick versagt alles, das Leben hört auf. Nicht das allein! Die Zellen verlangen, daß gutes, frisches Blut

Digitized by Google

in ausreichender Weise zur Verfügung steht. Wie das Blut sich frisch erhält, wie die roten Blutkörper sich rasch ersetzen und sich den Bedürfnissen des Körpers anpassen, wie die weißen Körperchen in erstaunlicher Vielseitigkeit alles was unrein, verdorben, schlecht, schädlich ist, entfernen, das haben wir gesehen.

Aber die Funktionen der Selbstreinigung sind damit noch lange nicht erschöpft. Wir stehen erst im Anfang eines richtigen Verständnisses der mannigfaltigen Reguliervorrichtungen. Auch die Salze müssen im Blute vorhanden sein, in der genau richtigen Menge und Mischung. Und vor allem das Wasser. Wenn zuviel Wasser abgegeben wird, sei es durch Schwitzen, durch die Atmung oder durch den Darm, so verlangt das Blut nach sofortigem Ersatz. Denn die Zellen schreien nach Wasser. Ohne Wasser kann die Zellenmaschine ebensowenig funktionieren, wie die Dampfmaschine. Sobald die Gewebe anfangen, „trocken" zu werden, stellt sich als wichtiger Regulator das Durstgefühl ein. In einem früheren Kapitel (Seite 111) habe ich schon über die Wichtigkeit des Wassers im Körperhaushalt mich ausgelassen. Wasser ist nötig. Wir müssen trinken. Daß wir im Winter heiße Getränke zu uns nehmen, ist verständlich, weil wir uns erwärmen wollen, richtiger, weil der Körper dann keine Wärme abzugeben braucht, um die Flüssigkeit zu erwärmen. Umgekehrt trinken wir bei großer Hitze oder im Fieber kaltes Wasser, um unserem Körper Wärme zu entziehen, ihn abzukühlen. Warum nehmen wir aber im Fieber gern Obstsäfte, Getränke mit säuerlichem Geschmack? Weil diese — der Chemiker kann es bestätigen — sofort verbrannt werden zu kohlensauren Salzen, basischen, laugigen Stoffen, die die bei starker Körperhitze vermehrte Säurebildung des Blutes ausgleichen. Wird zuviel Wasser aufgenommen, so wird es rasch ausgeschieden, in den Nieren, und mit ihm alle die Salze und die schäd-

Digitized by Google

lichen Stoffe, die das Blut verunreinigen. **Was** entfernt werden muß, das entscheidet die Niere. Alle Stoffe, die für den Körper noch von Wert sein können, werden zurückbehalten. So Eiweißstoffe, die nur durchtreten, wenn die Niere erkrankt ist. Hat der Körper zu wenig Kochsalz aufgenommen, ist er „salzarm“, so scheidet die Niere auch weniger Salz ab, als sie unter normalen Verhältnissen getan haben würde. Sind mit dem Blute Stoffe in die Niere gelangt, die zu kompliziert gebaut sind, um durch die Nierenzellen durchgelassen zu werden, so werden sie von dieser so umgewandelt, daß sie passieren und den Körper verlassen können.

Alles ist in dem Körper harmonisch abgestimmt, um das Blut in richtiger Zusammensetzung zu erhalten, daß es rein und frisch durch die Adern strömt. Und immer wieder kommt der Menschenaberglaube, der undankbar bei allen möglichen Krankheiten die Ursache dem „unreinen Blut“ zuschreibt. Dann wird eine „Blutreinigung“ vorgenommen. Der Mensch zeigt's dem Blut, wie's gemacht wird. Spottet sich selber und weiß nicht wie.

Freilich kommt „unreines“ Blut vor, aber nur dann, wenn es immer und immer wieder verunreinigt wird, so daß alle Künste des Blutes, alle Mühe und Plage vergeblich bleiben. Dann heißt es nicht handeln, sondern unterlassen. Man unterlasse die Fehler, dem Blute eine Reinigungsarbeit zuzumuten, die über seine Kraft geht, man lebe vernünftig. Dann schwinden auch die Folgen des „unreinen“ Blutes, die der Laie meist an verkehrter Stelle sucht.

Mit diesem kostbaren Saft muß sehr sparsam umgegangen werden. Eine ökonomische Verwaltung sorgt schon dafür, daß in verschwenderischer Weise nicht zu viel Blut gebildet wird. Nur eben so viel, genau so viel, als unbedingt nötig ist. Bei Bedarf wird jederzeit gern mehr zur Verfügung gestellt.

Digitized by Google

Und daß möglichst nichts von dem kostbaren Naß verloren gehe! Der Körper, der selber ja ein großes Interesse daran hat, daß dieser sprudelnde Born in voller Kraft und Frische unversehrt bleibt, hat die Röhren, durch die es fließt, die Adern, schon so angelegt, daß sie nicht so leicht verletzt werden können. Sie liegen meist an gut geschützten Stellen, hinter Knochenvorsprüngen, unter dicken Muskelschichten, von Knochenspangen gedeckt. Aber immer so, daß sie bei Bewegungen nicht gezerrt und gedrückt werden. So in der Kniekehle, in der Leistenbeuge, unter dicken Muskeln, im Leib hinten an der Wirbelsäule, in der Achselhöhle, unter der starken Brücke des Schlüsselbeins. Überall so, daß sie vor Stoß und Verletzungen möglichst sicher sind. Ganz lassen sich die Verletzungen natürlich nie vermeiden.

Da tropft aus einer Schnittwunde des Fingers, die man beim unvorsichtigen Hantieren sich zugezogen hat, das Blut in dicken roten Tropfen. Aber nicht lange, dann hört es auf. Warum, das ist uns bekannt. Das Blut gerinnt. Natürlich ist das von großem Vorteil für den Körper, denn sonst würden wir uns ja aus der kleinsten Wunde verbluten können. Es gibt auch Menschen, deren Blut nicht gerinnt, die sogen. Bluter. Warum es bei diesen nicht gerinnt, das wissen wir nicht, eines ist sicher, daß diese Anlage erblich ist, und daß die Angehörigen der Bluterfamilien in steter Lebensgefahr schweben. Es ist oft vorgekommen, daß sich solch ein Bluter aus einer kleinen Stichwunde, aus der Wunde des Zahnfleisches nach dem Zahnausziehen verblutet hat. Ich selbst sah einen Knaben elend zugrunde gehen, trotz der sorgfältigsten Hilfe, die ihm zuteil ward, aus einer kleinen Zungenwunde, die er sich im törichten Spiel zur Winterszeit durch Anfrierenlassen der Zunge an eine Eisenstange zugezogen hatte.

Wie die Gerinnung zustande kommt, das ist noch

Digitized by Google

schwierig zu beantworten. Es ist ein ungemein kompli- zierter Vorgang, der sich da so oft vor unseren Augen ab- spielt. Man weiß nur, daß dabei verschiedene Fermente tätig sind, die sich gegenseitig beeinflussen und daß auch hier die weißen Blutkörperchen die Hauptrolle spielen. Natür- lich, die sind bei so etwas immer im Spiel.

Es scheint, daß die Gerinnung so vor sich ginge: bei der Verletzung der Ader mischt sich der Saft der ver- letzten Zellen dem Blute bei, und setzt das in den weißen Blutkörperchen vorgebildete Gerinnungsferment in Tätig- keit. Das ist wieder sehr „zweckmäßig". Und doch ist die Sache wieder bedenklich. Denn es kommen auch Verletzun- gen der Gefäße vor, ohne eine äußere Wunde, im Körper- innern. Kleine Rauhigkeiten, Risse der inneren Aderwand. Und nun tritt hier an dieser Stelle der Wand auch Ge- rinnung ein, im fließenden Blut! Die Folgen sind zuweilen furchtbar! So ein Gerinnsel, das wie ein weicher Pfropf in der Ader sitzt, wird größer und größer. Der Blut- strom rollt immer daran vorbei. Jetzt löst sich das Gerinnsel und wird mit dem Blute weiter geschleppt zum Herzen: in die Lunge. O weh! Hier bleibt es festgekeilt stecken, denn es kann nicht in die feineren Äste der Lungenschlagader. Wie ein Pfropf sitzt es drinnen, kann nicht vorwärts und zurück. Und versperrt dem nachfolgenden Blut den Zutritt zu den Lungen.. Das Blut muß aber hinein, muß, weil es mit Sauerstoff beladen werden muß. Aber die Ader ist abgesperrt. Der Mensch erstickt. „Lungenschlag."

Auch hier eine Einrichtung, die von großer Bedeutung für die Erhaltung unseres Lebens ist. Aber, sie tritt in Tätigkeit, kritiklos, ohne Nachdenken, nach dem bekannten Schema, sobald die Bedingungen vorhanden sind. Und was sonst zum Segen ward, wird in diesen, freilich sehr ver- einzelten Fällen, zum Fluch, zum Verderben.

Dann hat diese Schutzeinrichtung auch ihre Grenzen.

Digitized by Google

Wenn eine größere Ader angeschnitten ist, so wird ein sich etwa bildender Gerinnungspfropfen von dem heftig nachströmenden Blut immer wieder herausgespült, das Blut fließt und fließt, bis — der Tod eintritt, wenn nicht der Arzt dieser unheilvollen Verwüstung ein Ende macht. So wäre der Mensch immer verloren, wenn ein größeres Gefäß verletzt wird? O nein, durchaus nicht. Es stände traurig um die Existenz des Menschengeschlechts, wenn dem so wäre. Zunächst hat die verletzte Ader ein Bestreben sich durch Zusammenziehung zu verengern, möglichst weit, womöglich bis zum Verschluß. Natürlich hat diese schützende Einrichtung ihre Grenzen. Aber dann kommt noch eine andere Vorrichtung zu Hilfe, wenn die Ader nicht glatt durchschnitten, sondern abgerissen ist. Die Innenhaut der Ader ist elastischer als die Außenhaut. Wenn die Ader abgerissen wird, reißt erst die äußere, dann erst in einiger Entfernung die dünne Innenhaut. Diese rollt sich schnurrend zusammen, und das Knäuel gekräuselter Innenhaut schließt wie ein loser Pfropf die Ader. Es setzt sich hier gerinnendes Blut ab, obendrein verengt sich das Gefäß, und — die Blutung steht. So kommt es, daß bei den grausamen Verstümmelungen des Menschen durch Abreißen eines Armes (z. B. Transmissionsverletzungen) die Blutung aus der großen Ader minimal ist. Eine äußerst zweckmäßige Einrichtung, nicht zu leugnen. Und nun bedenke man, daß bei den in Freiheit lebenden Tieren glatte Durchtrennung durch den Schnitt kaum vorkommen kann. Nur da, wo der Mensch hinkommt mit seiner Qual und mit den Mordwerkzeugen, den Produkten seiner Kultur, ist ein Schnitt möglich — die Tiere können sich selbst durch Beißen Wunden reißen, oder sonstige Rißwunden davon tragen. Auf die Folgen kultureller Schädlichkeiten ist die Natur eben nicht eingestellt. Die Kultur selbst muß die Mittel finden, die Wunden zu heilen, die sie schlug.

Digitized by Google

Noch eins. Wir haben zweierlei Arten von Adern, die einen, die vom Herzen kommen, aus denen bei der Verletzung das helle, rote Blut in rhythmischem Pulse spritzt, die Arterien, und die Venen, die zum Herzen das verbrauchte dunkle Blut schleppen, damit es in den Lungen wieder aufgefrischt wird. Die Venen sind die „blauen" Stränge, die durch die Haut durchschimmern.. Man besehe den eigenen Handrücken. Arterien und Venen sind in ihrem Bau verschieden. Die Arterien sind ein elastisches, rundes Rohr, etwa wie ein Gummischlauch. Die Venen schlaff, weich, wenig elastisch, etwa wie ein ganz dünner, feuchter,

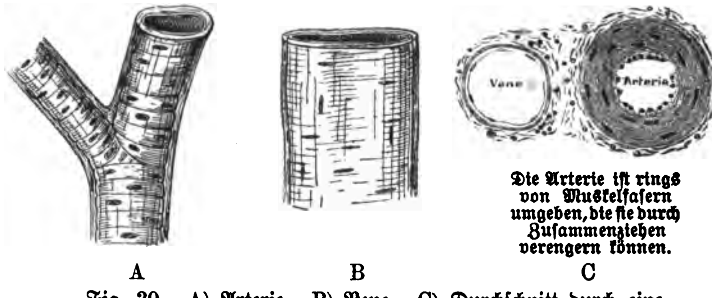


Fig. 30. A) Arterie. B) Vene. C) Durchschnitt durch eine Vene und eine Arterie.

leerer Darm zusammenfallend. Warum dieser Unterschied? Nun, die Arterien sollen das vom Herzen gestoßene Blut aufnehmen. Wenn sie weit geöffnet sind, nehmen sie dem Herzen natürlich viel Arbeit ab. Anders die Venen, aus ihnen wird das Blut zum Herzen hingesogen und hingeschoben. Gesogen durch die ansaugende Wirkung des sich ausdehnenden Herzens und des atmenden Brustkorbes, geschoben durch den Druck der die Vene umgebenden Muskeln, die beim Zusammenziehen die Vene leer quetschen. Wenn die Venen starre, runde Röhren wären, was dann? Man denke sich, man sauge an einem Gummischlauch. Wenn die

Digitized by Google

Wand des Schlauches an einer Stelle verletzt, angeschnitten wird, tritt beim weiteren Saugen Luft durch die Öffnung, perlend und glucksend. Wenn die Vene angeschnitten wird, so klappt sie zusammen und sperrt die Luft ab. Das ist ein großer Vorteil, denn eine Luftblase kann eine Ader, auch die Lungenschlagader ebenso verstopfen wie ein Blutgerinnsel. Auch hier würde der Tod die Folge sein. Er ist es auch, wenn gewisse ungünstige Verhältnisse der Luft gestatteten, in die Venen einzutreten. Übrigens haben die

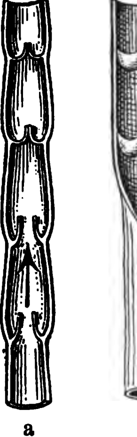
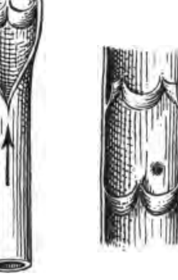



Fig. 31. Venenklappen.

a) Schemat. Längsschnitt einer Vene um die Wirkung der Klappen zu zeigen.

b) Vene zum Teil aufgeschnitten, mit den Klappenventilen.

c) Eine aufgeschnittene Vene.

Venen eigentümliche Klappen in ihrem Innern, die wie Ventile den Rückfluß des Blutes hindern. Die Saugkraft des Herzens ist klein, die des Brustkorbes zu unregelmäßig, ebenso wie die Tätigkeit der Muskeln, die das Blut wie aus einem Schwamm ausdrückt. Es kann nur nach einer Seite, nach der, wohin sich die Klappen öffnen. So wird das Blut von Etage zu Etage gehoben und geschoben und sinkt beim Nachlaß der bewegenden Kräfte nicht wieder ganz in die Füße, sondern bleibt über den Klappen stehen, die

Digitized by Google

Knoten bildend, die wir am entblößten Arm sehen können, wenn wir die Saugkraft durch Umschnürung des Oberarms mit einem Gummiband hemmen, oder das Blut der blauen Adern nach den Fingerspitzen, in umgekehrter Richtung, streichen.

Alles ist darauf eingerichtet, die Zirkulation des Lebenssaftes ungehindert, unbeengt, frei zu gestalten. Denn die Organe und Zellen schreien nach Blut. Wenn wir schwach atmen, nicht körperlich angestrengt sind, besonders wenn wir krumm sitzen und liegen, kann das verbrauchte venöse Blut schlecht nach dem Herzen fließen. Es fehlt ja die nötige Saugkraft und die Pressung der Muskeln. Da helfen wir selbst unwillkürlich nach, wir recken und strecken uns, ohne von dem Erfolg des Reckens eine Ahnung zu haben. Der Effekt ist, daß die Venen sich rasch und vollkommen entleeren: die Arme werden gehoben, der Kopf nach rückwärts gebeugt, die gestreckten Beine nach auswärts gedreht, so kann das Venenblut möglichst ohne Hindernisse abfließen. Gleichzeitig wird tief geatmet und der Atem angehalten, um die Saugkraft nach der Brust möglichst zu verstärken, alle Körpermuskeln werden gespannt, und blitzschnell entleeren sich die Venen nach dem Herzen.

Wie das Blut in den Adern rollt, wie das Herz die Organe ständig mit Blut versorgt, welche gewaltigen Sicherheitsmaßregeln im Körper angewendet werden können, um jede Störung des Kreislaufes möglichst zu verhindern, dem nachzugehen ist äußerst reizvoll. Und verlockend wäre es, das zu beschreiben. Aber es setzt diese Beschreibung eine Menge von physikalischen Vorkenntnissen voraus, die ich bei den Lesern nicht voraussetzen möchte. So möchte die Darstellung zu „wissenschaftlich", zu langweilig werden. Und da der Gewinn aus einer solchen Erklärung für unsere Zwecke nicht im Verhältnisse zu der von den Lesern aufgewandten Gedankenarbeit stehen würde, begnüge ich

Digitized by Google

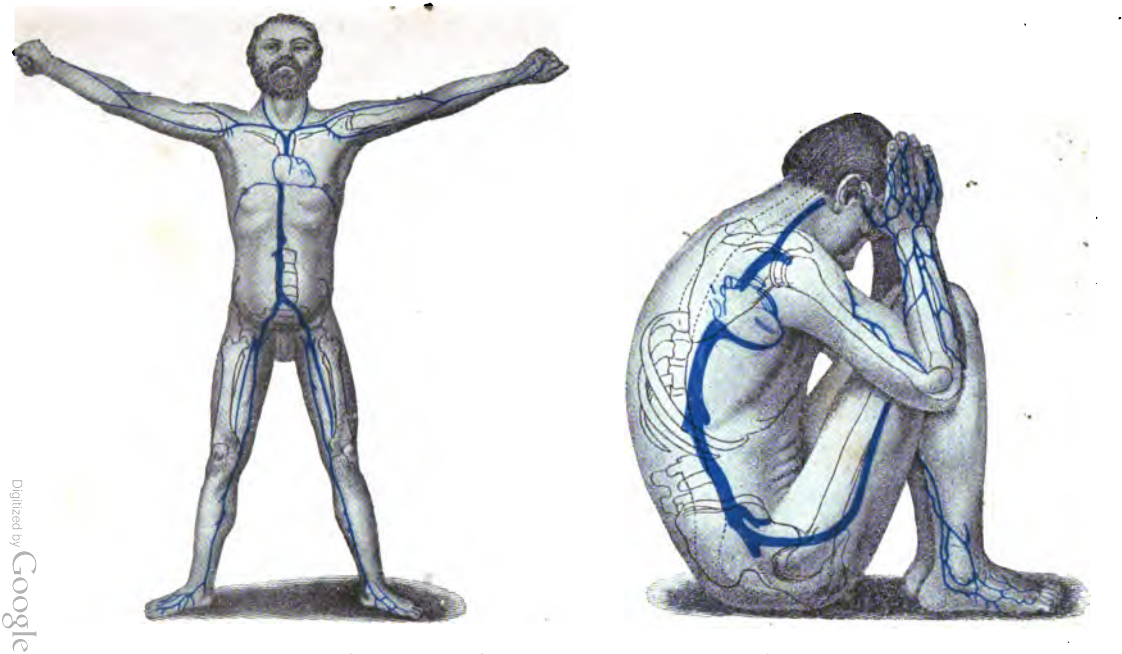


Fig. 32. Sich recken (nach Braune).

Digitized by Google

Digitized by Google

mich damit, einige interessante Körnchen aufzupicken, die leichter verständlich erscheinen.

Das Herz pumpt das Blut durch die Rohrleitung, die Adern, bis an alle Zellen heran. Aber die Natur arbeitet ökonomisch, ohne Kraftvergeudung. Wieviel Kraft geht doch an Reibung in einer Wasserleitung verloren! Da arbeitet der Organismus vollkommener. Wenn ich an einem Rohr, durch das rasch Wasser strömt, ein kleines Loch bohre, so spritzt das Wasser aus in einem spitzen Winkel, mit breitem Kegel als Basis. Genau in dieser Richtung gehen die Adern von den Hauptstämmen ab. So wird an den vielen Verästelungsstellen bei der Verbreitung des Blutes durch den Körper keine Kraft verloren.*) Dazu kommt, daß die Innenwand der Gefäße äußerst glatt ist, also auch hier kein Verlust durch Reibung. Und nicht nur an Kraft, sondern auch an Material spart der Körper. Jedes Rohr ist genau abgepaßt auf die Blutmenge, die hindurch muß. Je tätiger ein Organ, um so mehr Blut bedarf es, je mehr Blut, desto weiter wird sein Blutleitungsrohr, die zuführende Schlagader. Genau nach Bedarf. Die Wasserleitungsröhren müssen auch auf den Druck abgepaßt werden, den sie auszuhalten haben. Eine Wasserleitung mit 20 Atmosphären Druck muß widerstandsfähigere Rohre haben, als eine solche von etwa 5 Atmosphären. Dasselbe haben wir im Gefäßsystem des Körpers. Je höher der Druck, den ein Gefäß auszuhalten hat, desto dicker die Wand und zwar verdickt sich die äußere und Muskelschicht der Ader, während die Innenschicht bleibt. Wenn die äußeren Schichten krank sind, dann kann sich allerdings die Innenschicht bedeutend verdicken, oft genug zum Schaden des Körpers, weil sie

*) Die Ergebnisse dieser anatomischen Untersuchungen benutzt man mit Erfolg bei Anlage von Wasserleitungen. S. Reuleaux, D. Constructeur.

Digitized by Google

in dem einseitigen Bestreben die Wand zu verdicken, nach innen wächst, die Ader verengt, und so dem Blut nicht genügend Durchtritt gewährt. Wird irgendeine Ader plötzlich verstopft oder durchschnitten, dann ist natürlich sein Organ oder Körpergebiet ohne Blut, die Zellen würden untergehen müssen, wenn nicht auch hier die Natur fürsorglich Vorrichtungen getroffen hätte. Ein jedes Organ hat neben dem Hauptrohr noch kleine Seitenäste der Schlagader, die sich nun plötzlich erweitern und die Funktionen des Hauptrohres übernehmen. Dabei bildet sich in kürzester Zeit die richtige Weite, Verästelung, Wandungsstärke, deren Prinzip wir soeben kennen gelernt haben.

Wir haben schon gehört, daß die Adern Muskeln haben. Durch das Spiel dieser kleinen, spindelförmigen Muskeln können sie sich verengern und erweitern. Das ist ein weiterer Vorteil für den Organismus. Gebraucht ein Organ viel Blut, oder ist — etwa bei der Entzündung an irgendeinem Teil des Körpers viel Blut nötig, so erweitern sich die zugehörigen Gefäße und in mächtigen Pulsen quillt das lebenspendende rote Blut in das bedürftige Organ. Nicht alle Teile können zu gleicher Zeit das äußerste Ausmaß der Lebensflüssigkeit genießen. Während die einen im Überflusse schwelgen, müssen andere Zellen sich einschränken, bis diese gebieterisch ihr Recht fordern, ihre Gefäße erweitern, dann müssen eben jene sich bescheiden, ihre Blutzufuhr eindämmen, die Adern verengern. So spielt der Körper mit seinen Adern, bald hier, bald dort, verengernd und erweiternd. In der Verdauung wird das Gehirn weniger mit Blut versorgt — plenus venter non studet libenter, und der Holzhacker ist während seiner Tätigkeit zur Lösung philosophischer Probleme wenig geeignet. Daß beim Denken tatsächlich viel Blut in das Gehirn strömt, hat ein Amerikaner, Anderson, mit der Wage nachgewiesen. Wenn jemand auf ein Brett, das als Wage auf einer scharfen Kante leicht

Digitized by Google

beweglich ist, so gelegt und balanziert wird, daß die Wage im Gleichgewicht ist, so sinkt das Kopfende, wenn er ein schwieriges Rechenexempel zu lösen versucht, das Fußende, wenn die Beinmuskeln angespannt werden. Das ist nach dem Gesagten erklärlich, selbstverständlich. Es gibt Krankheiten, bei denen große Gefäßgebiete auf einmal sich erweitern, weil die Gefäßmuskeln gelähmt sind, dann fließt viel, zuviel Blut in diese Gebiete, der Körper verblutet sich ohne äußere Verletzung. Das nennt man „Kollaps".

Woher haben nur die Schlagadern den Namen „Arterien"? „Luftführende Röhren" ist die Übersetzung, so haben die Griechen sie getauft. Luftführend? Sie führen doch Blut. Ja, aber nach dem Tode, in der Leiche, findet man die Arterien nicht mit Blut, sondern mit „Luft" gefüllt. Daher „Arterien". Was mag denn das für „Luft" sein, die nach dem Tode in den Arterien ist? Die Luft, die wir atmen, gewiß nicht, denn wie sollte die in die Blutbahn kommen? Was dann? Fäulnisgase? Aber die „Luft" findet man schon direkt nach dem Tode, wo von Fäulnis noch nicht die Rede ist. Bleibt nur eins übrig: anzunehmen, daß sie aus dem Blute selbst stammt, daß es Blutgase sind. So ist es in der Tat. Im Tode herrscht starre Ruhe. Auch in den Muskeln des Arterienrohrs. Nicht mehr das wechselnde Spiel von eng und weit, Krampf und Erschlaffung, sondern alles in Ruhe, alles weit. Und nun reicht das Blut nicht aus, dieses weite Leitungssystem auszufüllen. Die Arterien dehnen sich alle aus. Und sie saugen sich voll, wie ein zusammengedrückter Gummiball sich durch ein Loch voll Wasser saugt. So saugen sie aus dem Blut auch noch die Blutgase.

Diese einfache Beobachtung lehrt uns, daß das Arterienrohr der natürlichen Elastizität überlassen, ansaugt. Wieviele Arbeit mag dem Herzen erspart werden durch diese saugende Wirkung eines tätigen Organs!

Digitized by Google

überall im Körper Ökonomie des Materials und des Kraftverbrauchs bei größter Leistungsfähigkeit des Ganzen und aller seiner Teile!

Schritt für Schritt schreitet die Wissenschaft vorwärts. Unermüdlich, rastlos. Glaubt man eben einen Gipfel erklommen zu haben, wo man ruhen und sich des Erfolges freuen kann, da zeigt der Ausblick neue, höhere Gipfel, die man vordem nicht sah, neue Schwierigkeiten türmen sich, die wieder in unverdrossener Arbeit überwunden werden müssen. Es scheint eine Sisyphusarbeit, und doch, wir kommen weiter.

Dieses rote, warme, in wirbelndem Strom durch die Adern gejagte Blut, wieviel Geheimnisse umschließt es, wieviel Probleme sind uns noch verborgen!

Wie armselig erscheint uns die frühere Zeit, die in der Verquickung einiger beobachteter Tatsachen mit ihren abergläubisch-mystischen Phantastereien in stolzer Selbstzufriedenheit das Rätsel des Blutes gelöst zu haben glaubte. Wie dürftig sind noch in unserem Laienpublikum die Vorstellungen über diesen ganz besonderen Saft, von dem Leben und Gesundheit des Menschen abhängt. Wie dürftig im Vergleich zu den Resultaten, die während der letzten Jahrzehnte ernste Forscher in unermüdlicher Arbeit mit unerhörten Schwierigkeiten gewonnen haben. Vor 30 Jahren noch galt das Blut als tote Flüssigkeit. Heute wissen wir es besser. Wissen, daß es die Bedingung ist für Atmung und Ernährung. Wissen, daß es sich wechselnden Verhältnissen anpaßt in seiner Menge und Zusammensetzung, daß es den Körper leistungsfähig erhält, weil es alles Unreine, Schlechte beseitigt, zerstört, vernichtet, je nachdem wie es das Bedürfnis des Augenblicks verlangt. Wir haben gelernt zu beobachten, wie das Blut kämpft und siegt. Und wie der

Digitized by Google

Körper mit diesem kostbaren Saft geizt, daß ja nichts umkomme und nichts überflüssig verbraucht wird.

Freilich sind wir weit davon entfernt, uns zu brüsten, wie wir es so herrlich weit gebracht. In 50 Jahren wird man vielleicht über die Dürftigkeit unserer heutigen Kenntnisse vom Blut mitleidig lächeln. Aber die Anerkennung wird man den Forschern unserer Zeit nicht versagen können, daß sie in ehrlichem Streben sich bemüht haben, den uns so unendlich verwickelt und verworren erscheinenden Blutgeheimnissen auf die Spur zu kommen, und daß sie es gelernt haben, Probleme zu stellen. So ist die Bahn frei für neue arbeitsfreudige Forschung. Der Gipfel sind noch genug, der Weg ist vorgezeichnet, also voran, denn von der Erforschung des Blutes hängt zu einem großen Teil die Zukunft des Menschengeschlechts ab!

V.

Gift!!

Was ist Gift! Wenn ich meinem noch nicht schulpflichtigen Buben die Frage vorlege, so gibt er mir prompt die naive Antwort: „wenn man dran leckt, muß man sterben.“ Eine kleine Überlegung zeigt, daß diese Antwort falsch, zum mindesten unvollständig ist, denn es gibt eine Menge sehr schwerer Gifte, die ohne jeden Schaden beleckt oder verschluckt werden können, wie z. B. das indianische Pfeilgift, das in kleinster Menge in Wunden gebracht, im Augenblick tötet. Ähnlich das furchtbare Schlangengift. Aber mit dieser geistreichen Definition von „Gift“ ist meistens auch die Weisheit der gewöhnlichen Sterblichen erschöpft. Der Laie kennt nur Gifte schlechthin: Arsenik, Phosphor, Blausäure usw., obgleich es Menschen gibt, die

Digitized by Google

z. B. Arsenik fast löffelweise zu sich nehmen ohne Schaden für ihre Gesundheit. Ist nun Arsenik ein Gift oder nicht? Und wie soll man denn nun den Begriff definieren? Man sieht, wie schwierig diese Frage ist. So schwierig, daß in keinem Lande das Gesetz imstande ist, eine auch nur einigermaßen klare Definition des Begriffes „Gift" zu geben. Kommt noch hinzu, daß die Juristen für ihre Zwecke eine ganz andere, mit dem nötigen Dolus versehene Erklärung nötig haben.

Was ist Gift in unserem, biologischen Sinne? Um uns über die Antwort klar zu werden, müssen wir etwas ausholen.

Der Mensch ist ein Komplex, ein Staat von einigen Billionen Zellen, die gruppenweise in Organen und Zellsystemen zusammengeschlossen sind. Jede dieser Zellen hat ihre eigene Arbeit, die eine als Gehirn-, die andere als Muskel-, die als Drüsen-, die als Knorpelzelle usw., und jede braucht zu ihrer Arbeit ihre besonderen chemischen Stoffe, die sie dem Blute entnimmt. Jede scheidet auch bei ihrer Tätigkeit, und je nach dem Grade der Tätigkeit mehr oder weniger, ihre besonderen Stoffwechselprodukte ab. Der Muskel andere als das Gehirn. Diese Stoffwechselprodukte werden dem Blut wieder übergeben, das sie schleunigst, etwa durch die Nieren, auszuscheiden bestrebt ist. Das ist eben der Nachteil der mehrzelligen Lebewesen gegenüber den einzelligen, daß die letzteren ihre verbrauchten, schädlichen Stoffe direkt an die Außenwelt geben können, die Mehrzeller sie den Körpersäften zur Ausscheidung überlassen müssen, so daß die unbrauchbaren Ausscheidungsstoffe immer noch eine gewisse Zeit mit anderen Zellen in Berührung kommen.

Also: Blut und Körpersäfte sind bei allen Lebewesen so beschaffen, daß sie allen Zellen die nötige Nahrung

Digitized by Google

bringen, gleichzeitig aber vorübergehend Auswurfstoffe enthalten.

Wie alles, was lebt, nichts anderes ist, als eine Anpassung an die Umgebung und die Daseinsbedingungen, an das „Milieu“, so auch die Körperzellen. Eine jede hat sich an ihr Milieu angepaßt, an den Zwang, festsitzend zu leben, von den Nachbarzellen Zug und Druck auszuhalten, an die Innentemperatur des Körpers und vor allem an den Nahrungssaft, das Blut, mit seiner wunderbaren Zusammensetzung aus Nahrungsstoffen und — Ausscheidungsstoffen der Zellen.

Jede Änderung der Blutzusammensetzung wird von den Zellen empfunden. „Ein jeder Wechsel schreckt den Glücklichen.“ Das Blut ändert sich schon bei der Nahrungsaufnahme und die Zellen müssen auf die Änderung reagieren, die einen *so*, die anderen *so*. Das Blut ändert sich auch je nach der Tätigkeit einzelner Organe, und zwar in ganz verschiedener Weise, je nachdem *welches* Organ tätig war. Diesen Schwankungen in der Zusammensetzung des Blutes, bedingt durch Nahrung und Ausscheidungen, dem durchschnittlichen Milieu, müssen die Zellen vollständig angepaßt sein, sonst — lebten wir einfach nicht. Treten größere Änderungen in der Zusammensetzung des Blutes ein, so müssen die Zellen sich diesen schlagfertig anpassen; können sie es nicht, dann — gehen sie zugrunde oder werden mindestens in den Funktionen gestört.

Gelangen nun auf irgendeine Weise *chemische* Substanzen in das Blut, die eine über den Durchschnitt hinausgehende Änderung in der Zusammensetzung bedingen, so werden die Zellen sich auch dieser Änderung anzupassen trachten. Manche mögen es fertig bringen, aber einzelne werden in dem normalen Ablauf ihrer Tätigkeit gestört. Denn jede Zelle arbeitet chemisch anders, wie die Zelle des Nachbarorgans. So kann *eine* chemische Substanz *hier*

Digitized by Google

eine Zelle angreifen, eine andere dort. In der Tat gibt es chemische Substanzen, „Gifte", die nur auf Gehirnzellen wirken, darunter speziell wieder solche, die nur für die Ganglien des Vorderhirns, andere die für das Schläfenhirn von verderblichem Einfluß sind, da gibt es Substanzen, die für die Leber, für die Niere, für den Herzmuskel Gift sind. Andere lähmen Nerven, wieder andere speziell nur die Endigungen von Bewegungsnerven, andere die der Gefühlsnerven usw. in unerschöpflicher Mannigfaltigkeit und bis ins Kleinste gehender Differenzierung.

Nach dieser Abschweifung beantworten wir unsere Frage: was ist Gift? so:

Unter „**Giften**" verstehen wir Substanzen, die durch ihre chemische Natur die Lebensbedingungen der Körperzellen so verändern, daß die Funktion von einzelnen Zellen, Zellsystemen oder aller Zellen beeinträchtigt wird. Das Protoplasma der Zellen kann dabei ganz oder teilweise zerstört werden.

In diesem Sinne nehmen wir, wie wir noch sehen werden, täglich, stündlich, Gift, und es würde keiner von uns am Leben sein, wenn nicht der Organismus auch gegen Giftwirkung prompt arbeitende Schutzvorrichtungen hätte, die bestrebt sind, das chemische Milieu der Körpersäfte möglichst auf einem konstanten Durchschnittsmaß zu erhalten.

Wie kommen Gifte in den Körper?

Von einigen nebensächlichen Ausnahmen abgesehen, ist der gebräuchlichste Weg, sich oder anderen durch Gift das Leben abzukürzen, Einatmen oder durch den Mund einnehmen. (Gifte können auch von Schleimhäuten aufgenommen werden.)

Betrachten wir zunächst den Weg durch den Magen.

Digitized by Google

Wenn wir von dem Selbstmord, der „Verneinung des Lebens“ als einer durchaus unnatürlichen, durch die Kultur herangezüchteten spezifisch menschlichen Errungenschaft absehen — bei Tieren halte ich einen motivierten Selbstmord für ausgeschlossen — so sind die Vergiftungen zufällig, unabsichtlich. Das Tier ist dagegen geschützt durch Instinkt und Erfahrung. Man versuche doch einmal einem Hund eine unserer Delikatessen, faulenden Käse oder Fleisch mit Hautgout anzubieten, oder reiche der weidenden Kuh ein schädliches Kraut! Jedermann weiß auch, wie schwierig es ist, Ratten zu vergiften.

Uns Menschen hat der Instinkt verlassen bis auf kümmerliche Reste, die wir noch mit Eifer ausrotten. Das ist eben „die Erziehung des Menschengeschlechts“. Unsere Kinder stecken alles in den Mund, was sie sehen und erreichen können und sie würden sich oft genug vergiften, wenn sie nicht immer überwacht würden, wenn nicht die Intelligenz der Eltern den abhanden gekommenen Instinkt ersetzte und für die Fernhaltung schädlicher Nahrungsmittel sorgte.

In wirksamster Weise wird der Instinkt bei den Tieren ergänzt durch Geruch und Geschmack, auch durch das Gesicht und die Erfahrung. Es kann vorkommen, daß ein Huhn einmal eine gefährliche Raupe aufpickt, um sie sofort fallen zu lassen, und nie wieder diesen Versuch zu wagen.

Geruch und Geschmack besitzen wir Menschen ja auch noch, aber was für Stümper sind wir z. B. im Geruch! Jede Kuh würde uns tief bemitleiden, wenn sie wüßte, was für Riechkrüppel wir sind! Nur, wenn die Sache gar zu bunt wird, warnt uns allenfalls die Nase, z. B. wenn wir ein faules Ei zu essen im Begriff stehen. Aber die Kultur! Sie hat herausgefunden, daß manche faulenden Speisen durchaus nicht zu verachten sind, die Chinesen essen z. B. faule Eier und wir halten faulenden Käse durchaus nicht

Digitized by Google

für eine zu verschmähende Gottesgabe! Trotzdem sind diese Speisen dem Körper nicht zuträglich, und wenn ihre giftige Wirkung auf den Körper ausbleibt, so verdanken wir das eben nur den Vorrichtungen unseres Organismus, auch mit diesen Schädlichkeiten fertig zu werden.

Angenommen, wir bringen etwas derartiges „Verdorbenes“ zum Essen in den Mund, angenommen, wir wären noch nicht so verbildet, um durch Geruch und Geschmack die böse Qualität zu erkennen, so können wir es aus dem Mund, der Vorprüfungsstation, noch entfernen. Denken wir an ein faules Ei.

Aber wie gesagt, wir sind Stümper im Riechen und Schmecken, und da es die Kultur verlangt, schlucken wir, wenn es sein muß, alles mögliche, sogar mit anfänglichem Widerstreben, bis wir unseren Widerstand überwunden haben. Diese Nahrung kommt in den Schlund — und nun ist es zur willkürlichen Entfernung zu spät. „Unheil, du bist im Zuge, nimm welchen Lauf du willst!“

Jetzt kommt der Bissen in den Magen. Der hat sich noch etwas von seiner Ursprünglichkeit bewahrt. Er besieht sich das angekommene Verdauungsgut, es erscheint ihm nicht ganz richtig, die Annahme wird verweigert: Erbrechen. Gibt es nicht zu denken, daß die kleinen Menschenkinder, die so oft durch Unverstand mit schädlichem Zeug gefüttert werden, so leicht erbrechen, während die Pferde, von denen es bekannt ist, daß sie in der Nahrungsaufnahme sehr wählerisch sind, nicht erbrechen können?

Freilich, der Magen ist nicht für alle Stoffe ein kompetenter Beurteiler. Er läßt manches arglos passieren, in den Darm. Und der kritisiert wieder. Findet auch manches heraus, mit dem er unmöglich sich einverstanden erklären kann, und gibt ihm auf, schleunigst den Körper zu verlassen: Durchfall. Tatsächlich beruht die Wirkung einer Reihe von Abführmitteln — Rizinusöl, Aloe, Gummigutt, Jalapen,

Digitized by Google

Koloquinten usw. — darauf, daß sie giftig sind, den Darm reizen und mit dieser Schutzeinrichtung des Körpers zu tun haben. Selbstverständlich muß bei ihrem eiligen Abmarsch alles andere mit, was gerade in dem Darm sich befindet. Deswegen benützt man die Mittel ja zu Arzneizwecken.

Ausspeien, Erbrechen, Abführen schützen den Körper oft vor den üblen Folgen einer Vergiftung. Oft, aber nicht immer!

So wird das Gift von dem Blut aufgesogen. Zugleich mit den Produkten der Verdauung, dem verdauten Eiweiß und dem Zucker (das Fett geht seine eigenen Wege). Jetzt wäre es um den Körper geschehen, wenn nicht — die Leber wäre. Alles Blut, das aus dem Verdauungskanal stammt und wertvolle Ladung mit sich bringt, muß erst diese Revisionsstelle passieren.

Die Begutachtung muß hier nun rasch, sehr rasch von statten gehen, denn der Körper hat keine Zeit, zu warten. Der Blutstrom gestattet keine Unterbrechung und die Zellen verlangen nach ihrem flüssigen Brot. Also muß die Leber bereit sein, in kürzester Frist das Zollgut abzufertigen. Und das besorgt sie in eigentümlicher, sinnreicher Weise: Wir wollen uns das an einem Bild der alltäglichen Wirklichkeit klar machen. Von dem Wasser, das uns in Wasserleitungen bequem ins Haus geführt wird, verlangen wir mit Recht, daß es rein, frisch und von schädlichen Beimengungen frei sei. Zu dem Zweck muß es filtriert werden, bevor es in die Röhren strömt. Da wird ein Sammelrohr, ein Röhrenbrunnen in den Sand getrieben. Das von allen Seiten herbeisickernde Wasser wird durch den Sand filtriert und läuft in das mittlere Rohr. Aus dem wird es zu weiterer Verwendung in die Leitungsröhren gepumpt. Das Blut, das in der Leber gereinigt werden soll, hat dieselbe Prozedur durchzumachen. Die Leber ist eine Sammlung einer

Digitized by Google

ungeheuren Zahl solcher zentralen Röhren. Nur handelt es sich hier nicht um eine einfache Filtration, sondern das Unreine, Giftige muß als solches erkannt und unschädlich gemacht werden durch Zellentätigkeit. Was also dort Sandkörner sind, sind hier lebende Zellen, Leberzellen. Und das Blut zwängt sich nicht wie das Wasser frei durch

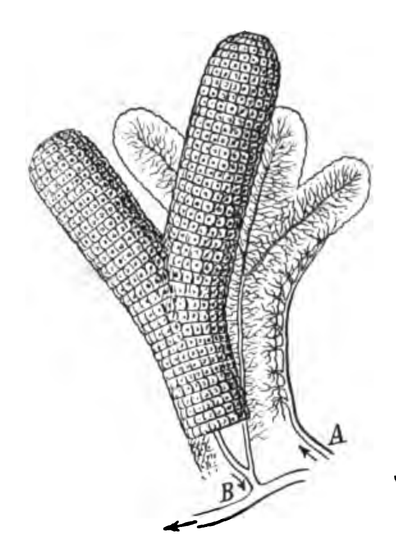


Fig. 33.
Schema der Leberläppchen.
An dem hinteren Läppchen sind die Leberzellen entfernt, um die Blutverteilung deutlich zu machen. Das Verdauungsblut strömt bei A ein, verläßt die Läppchen in der Richtung B, um zum Herzen zu strömen.

die Zellenreihen, sondern fließt in geschlossenen, haarfeinen Äderchen. Wir haben also ein zentrales Sammelrohr, eine Ader, die mit Leberzellen dick umpackt ist. Zwischen diese Leberzellen drängt sich von allen Seiten das aus dem Darm kommende Blut in millionenfacher feinster Verästelung hindurch zu dem Sammelrohr, der Lebervene, die das gereinigte Blut hurtig dem Herzen zur Verteilung übergibt. Solcher Sammelrohre enthält die Leber Tausende und Abertausende, eng aneinander gepackt und gepreßt und durch Bindegewebe miteinander verbunden.

Digitized by Google

In welcher Weise wird diese Generalreinigung vorgenommen? Zunächst wird das angekommene Verdauungsgut sortiert. Eiweiß und Zucker werden für gut befunden und in der Leber zurückgehalten. Zucker in Form von tierischer Stärke, Glycogen, die in Schollen in den Zellen aufgespeichert, zur sofortigen Umwandlung in Zucker und zum Verbrauch im Organismus bereit liegt. Viele Salze, wie z. B.

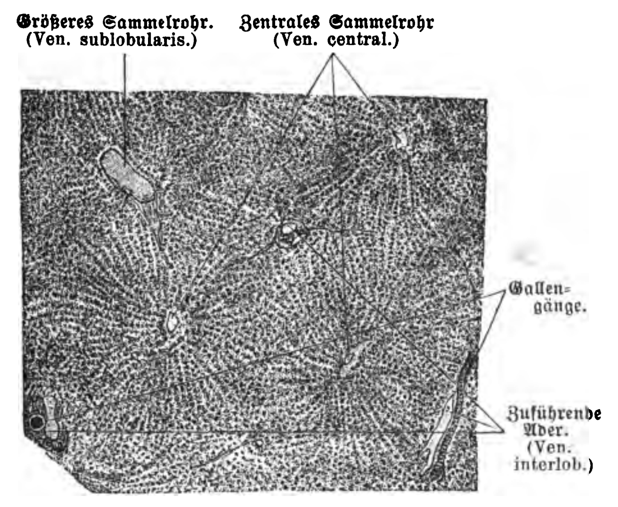


Fig. 34. Flächenschnitt der menschlichen Leber (nach Stoehr).

Kochsalz können frei passieren. Das Eisen der Nahrung wird festgehalten, es wird an Eiweiß festgebunden als Eisenalbuminat (Ferratin) und allmählich dem Körper zur Verwendung übergeben. Aber hier beginnt schon die Leber ihre Sachverständigentätigkeit. Mit dem Blutstrom kommen viele rote Blutkörperchen, die nach wochenlanger Tätigkeit altersschwach, invalid und untüchtig geworden sind. Sie werden als „altes Eisen" eingeschmolzen. Bekanntlich enthalten sie Eisen. Dieses hält die Leber als sparsame Hausfrau

Digitized by Google

zur weiteren Verwendung fest. Das Eiweiß der roten Blutkörperchen wird auch weiter verwandt, so weit es brauchbar ist, abgelagert, oder weiter umgewandelt. Da die Leber so nahe am Darm liegt, ist sie auch „die nächste dazu“, ihm die für die Verdauung nötige Galle zu liefern. Material genug hat sie ja. Diese sickert zwischen den Zellen auf besonderen Wegen, um sich in den Gallengängen zu sammeln und in der Gallenblase aufzuspeichern, wo sie ihrer Verwendung bei der Verdauung harrt. Und durch die Galle entäußert sich die Leber des überflüssigen Blutfarbstoffs, sowie mancher für den Körper undienlicher Stoffe, die zunächst so umgewandelt werden, daß sie im Darm nicht noch einmal vom Blut aufgesogen werden können, sondern mit dem Darminhalt den Weg nach außen finden.

Da ist mit dem Verdauungsblut so viel minderwertiges Zeug angekommen! Aus der Verlötung einer Konservenbüchse hatte sich Blei gelöst, das der ahnungslose Mensch arglos mit dem Gemüse gegessen hat. Das Blei ist ein böses Gift und darf nicht in den Körper eingelassen werden. Mit ihm macht's die Leber wie mit dem Eisen. Auch das Blei wird an Eiweiß festgekittet, als Bleialbuminat, das sich in dem Blut sehr schwer auflöst, und so vorläufig in Leberzellen im festen Gewahrsam zurückbehalten wird. In eben derselben Weise werden — natürlich nur bis zu gewissen Grenzen — Silber, Quecksilber, Arsenik festgehalten und unschädlich gemacht. An Eiweiß zur Bindung fehlt es der Leber ja nicht.

Durch einen unglücklichen Zufall hat jemand eine winzige Menge Strychnin geschluckt. Vorausgesetzt, daß diese Dosis nicht so groß war, daß sie uns durch Vernichtung des Lebens jeder weiteren Erörterung über ihr Schicksal enthebt, entsteht die Frage, was fängt die Leber damit an? De l'Arbre hat schon 1871 nachgewiesen, daß die Leber das Strychnin (ebenso andere ähnliche Pflanzengifte) mit

Digitized by Google

Gallensäuren vereinigt und auch hier wieder schwer lösliche Verbindungen herstellt, die, in sicherem Gewahrsam unschädlich, festgehalten werden.

Also Metalle und einige stark pflanzliche Giftstoffe (Alkaloide) werden nach einem besonderen Verfahren unschädlich gemacht: mit anderen Stoffen unzertrennbar verbunden, so daß sie schwer löslich werden und nur langsam, äußerst langsam durch Auflösung in das Blut gelangen. Die plötzliche akute Vergiftung wird in eine relativ harmlose chronische verwandelt, mit der die Zellen fertig werden müssen. Freilich, nimmt ein Mensch jeden Tag, immer und immer wieder Blei zu sich, etwa ein unvorsichtiger Anstreicher, der mit Bleifarben zu tun hat und die nötigen, ihm bekannten Vorsichtsmaßregeln außer acht läßt, so häuft sich immer mehr in der Leber an, und immer mehr kann sich im Blut lösen, bis eines Tages die Zellen sich dem nicht mehr anpassen können und die Vergiftung offen zutage tritt. Genau so geht es mit dem Strychnin. In einem berühmt gewordenen Prozeß, der vor 50 Jahren spielte, hatte ein Amerikaner, Dr. Palmer, seinen Freund Cook auf diese Weise ganz peu à peu mit winzigen Dosen Strychnin umgebracht.

Wenn die erwähnten Gifte langsam in den Körper abgestoßen werden, so ist auch jetzt noch ihr endgültiges Schicksal nicht besiegelt. Was soll der Körper mit ihnen anfangen? Die Nieren lassen sich nicht darauf ein, sie auszuscheiden, ebensowenig die Haut (Schweißdrüsen) und der Darm, die gebräuchlichen Ausscheidungswege. Auch dann noch sucht sich der Körper zu helfen. Er sperrt sie wo anders ein, wo sie möglichst vollständig unschädlich sind. In den Knochen, die jahrelang bestimmte Gifte, Fluornatrium, Wolfram- und Barymsalze festhalten, in der Milz, die Schwermetalle aufbewahrt, und einige Gifte, wie Strychnin und Blei, im — Gehirn.

Digitized by Google

Alle die erwähnten Gifte sind schweres Geschütz, aus dem Arsenal der Giftkammer herbeigeschleppt. Immerhin seltene Ausnahmen. Aber es gibt andere Gifte, mit der die Leber jeden Tag zu kämpfen hat, in stetem, mühsamem Kampf, denn, ist sie an einem Ende fertig, so muß sie vorne wieder anfangen. Mit diesen Giften haben wir alle täglich zu tun. Sie stammen aus der normalen Verdauung. Das mit der Nahrung eingeführte Eiweiß wird verdaut, d. h. das Eiweißmolekül wird zertrümmert in immer kleinere Bruchstücke. Und aus den Bruchstücken wird in der Darmwand wieder Eiweiß aufgebaut, Menscheneiweiß. Wie wenn man ein Haus abreißt und ein neues nach eigenem Geschmack aus den Bausteinen wieder aufrichtet. Nicht alle Bruchstücke, Splitter, Trümmer können verwertet werden. Auch nicht beim Eiweiß. Aber sie sind löslich und schlüpfen mit in das Blut. Da ist z. B. das Ammoniak, das stets beim Eiweißzerfall entsteht. Es ist nicht nur überflüssig, es ist schädlich, für den Körper giftig. Also muß es unschädlich gemacht werden. Das besorgt die Leber prompt: sie macht daraus Harnstoff, indem sie es in eigentümlicher Weise mit Kohlensäure verbindet. Diese hat sie in dem verbrauchten Blut und in den Geweben reichlich zur Verfügung. Der entstandene Harnstoff ist ein harmloser Geselle, eine leicht lösliche Substanz, die aus den Nieren baldigst als unbrauchbar abgegeben wird. Man hat durch die Leber eines eben geschlachteten Tieres Verbindungen von Ammoniak und Kohlensäure gelöst durchfließen lassen: auch dann bildet sie noch reichlich Harnstoff. (Übrigens ist die Leber nicht das einzige, aber doch das vorzugsweise harnstoffbildende Organ.)

Aber — nun kommt die Psychologie der Leber — nicht immer macht sie aus dem Ammoniak Harnstoff. Wenn sie damit eine wichtigere Aufgabe lösen kann, macht sie's auch anders. Bei reichlicher, einseitiger Fleischnahrung ent-

Digitized by Google

stehen eine Menge eigentümlicher Säuren, gegen die der Körper sehr empfindlich ist. Wenn diese erscheinen, so verwertet die Leber das Ammoniak nicht zur Harnstoffbildung, sondern stumpft damit diese Säuren ab. So schlägt sie zwei Fliegen mit einer Klappe, sie wird die beiden unliebsamen Gäste auf einmal los.

Ein anderes Bruchstück der Eiweißverdauung ist das Phenol (Karbolsäure), das in geringer, immerhin nicht ganz unschädlicher Menge gebildet wird. Bedeutend mehr davon bildet sich im Dickdarm, wo Millionen schmarotzender Bakterien eine Fäulnis des Darminhalts, auch eine Zersetzung von Eiweiß und anderen Nahrungsstoffen bewirken. Das aus dem Dickdarm stammende Blut (das auch die Leber passieren muß) enthält solcher Gifte eine Menge, besonders Phenol, dann Indol, Skatol, Kresol und wie die chemischen Namen sonst heißen mögen. Um so größer ist die Giftmenge, je länger der Dickdarm gefüllt war, d. h. also bei träger Darmtätigkeit. Es werden dann diese Giftstoffe in Masse der Leber zugeführt. Und die Leber?

Wieder eine neue Methode: sie oxydiert die Stoffe und bringt sie mit Schwefelsäure zu ungiftigen Verbindungen zusammen. Die Schwefelsäure liefert in reichlicher Menge das schwefelsaure Kali, das auch aus dem Eiweiß stammt. Phenol wird als Hydrochinonschwefelsäure, Indol als Indoxylschwefelsäure ausgeschieden.

Genau dasselbe geschieht, wenn wir diese Stoffe durch den Mund einführen, oder ähnliche Substanzen, wie Phenacetin, Antifebrin. Auch diese werden an Schwefelsäure gepaart ausgeschieden. Um nicht langweilig zu werden, erwähne ich flüchtig, daß die Leber nicht nur mit Schwefelsäure „paart", sondern zuweilen auch mit Glycocoll (auch vom Eiweiß stammend), oder mit einem andern Stoffe, der Glycuronsäure, die sich die Leber aus dem Zucker herstellt. Wir sehen, die Leber schöpft aus dem Vollen. Sie

Digitized by Google

nimmt von ihrem reichlich bemessenen Depot, von dem Eiweiß und Zucker, wenn sie gute Verwendung dafür hat, auch für andere als Nahrungszwecke.

Außerdem hat sie noch ein ganzes Arsenal von Waffen, um die Gifte zu überwältigen, Waffen chemischer Kunst, durch die sie die Gifte oxydierend, reduzierend oder auf andere Weise bis zur Unkenntlichkeit entstellt und schachmatt macht.

Sie ist von einer erstaunlichen Vielseitigkeit der Arbeitsleistungen, die Leber: sie entgiftet in geradezu genialer Weise die eingebrachte Nahrung mit der durchgeschlüpften Konterbande, legt sich in dem Glycogen einen Vorrat für die Kraftleistung des Körpers an, von dem nach Bedarf dem Körper überlassen wird (anscheinend auch vom Eiweiß), sie hält ein Depot von Eisen auf Lager, und sondert Galle für die Verdauung ab.

Wir sind mit den Verdauungsgiften aber noch nicht fertig. Es finden sich darunter auch Gase. Gas wird auch geschluckt, nämlich unser Lebensgas, die Luft, die bekanntlich aus Sauerstoff und Stickstoff besteht. Ersterer für unsere Atmung notwendig, letzterer für uns gleichgültig, da der Körper ihn nicht einläßt. Wird Luft verschluckt, so verschwindet der Sauerstoff im Magen und Dünndarm: er ist von dem Blut aufgesogen, „geatmet". So weiß der sparsame Organismus alles zu verwerten. Bei den Fischen, besonders aber beim Schlammpeitzger spielt diese Darmatmung eine bedeutende Rolle. Der träge Stickstoff passiert den Darm weiter. Von größerer Bedeutung als die verschluckte Luft sind die Gase, die im Darm e n t st e h e n. Da ist die Kohlensäure, die im Dünndarm bei der Mischung von Magen- und Darmsaft sich bildet, die aber besonders reichlich dann entsteht, wenn Eiweiß und Kohlehydrate, besonders Pflanzenkost, im Darm gären und — im Dickdarm — sich faulig zersetzen. Kohlensäure ist ein Gift für uns,

Digitized by Google

aber sie wird vom Darm nicht aufgenommen, ebensowenig wie die in kohlensauren Getränken eingeführte Kohlensäure. Und doch wird Sauerstoff begierig aufgesogen. Die Darmzellen unterscheiden eben sehr fein zwischen Nützlichem und Schädlichem, Gutem und Bösem. Im Dickdarm entsteht noch ein giftiges Gas aus Eiweißzersetzung, der Schwefelwasserstoff, dem auch der Zutritt ins Blut verwehrt wird.

Vergleichen wir damit eine andere Art der Vergiftung unseres Körpers, die durch E i n a t m u n g giftiger Gase. Es gibt Gase, die direkt nicht atembar sind. Um ein solches kennen zu lernen, braucht man nur ein Stück Schwefel anzuzünden. Sofort entsteht das stechende Schwefeloxyd, und es tritt ein Krampf der Stimmritze ein, der den Kehlkopf, damit auch die Lungen abschließt und uns wenigstens so lange schützt, bis wir schleunigst frische Luft aufgesucht haben. Demgegenüber gibt es eine Menge giftiger Gase, die eingeatmet werden können, gegen die der Organismus aber ohnmächtig ist. Da ist zunächst die Kohlensäure. Eingeatmet wirkt sie schon in geringer Menge tödlich. Warum? weil die Lungen des Sauerstoffs bedürfen und ihre Kohlensäure durch Ausatmung abgeben wollen. Wenn die Kohlensäure eingeatmet wird, muß man ersticken. Auch das Leuchtgas ist giftig und das Kohlenoxyd, wie leider allzu bekannt ist. Das rührt daher, daß diese Gase in den roten Blutkörperchen die Rolle des Sauerstoffs einnehmen können, d. h. sich mit ihrem Hämoglobin vereinigen. So erhält der Körper Gift statt des lebenspendenden Sauerstoffs. Ähnlich ist es mit dem Schwefelwasserstoffgas. Der Darm ist in einer glücklicheren Position, er ist geschützt gegen die Giftwirkung der Kohlensäure und des Schwefelwasserstoffes. Seine Schleimhautdecke ist für diese Gase undurchdringlich, während sie Sauerstoff durchläßt. Das ist notwendig, denn sonst können wir ja nicht existieren. Weder wir, noch überhaupt lebende Wesen, die fressen und

Digitized by Google

verdauen, weil diese Gase sich immer im Darm einfinden, bei jeder Verdauung. Warum hat die Lunge diesen Schutz nicht? So fragen wir, aber es ist schwer zu antworten. Wir können nur vermuten, daß der Grund der sein mag, daß diese Atmungsvergiftungen unter den natürlichen Verhältnissen so außergewöhnlicher Art sind, daß zur Erhaltung der lebenden Wesen keine Notwendigkeit vorlag, besondere Schutzorgane in den Lungen zu beschaffen; die ganze Tier- und Menschenwelt mit einem komplizierten Apparat auf diese seltene Eventualität einzustellen. Wann mag es denn in freier Natur einmal vorkommen, daß Tiere durch Einatmung giftiger Gase zugrunde gehen? Freilich, wenn unsere Kultur die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit einer solchen Vergiftung vergrößert, dann möchte es für uns wünschenswert erscheinen, im gegebenen Fall einen Schutz zu besitzen. Aber unsere kulturellen Sünden wettzumachen, dazu reicht das natürliche Anpassungsvermögen nicht aus.

Wenn die Lunge so empfindlich sich zeigt gegen das Einatmen von giftigen Gasen, so ist damit nicht gesagt, daß sie überhaupt nichts mit Giften zu tun haben kann. Im Gegenteil! Die Lunge ist unser bedeutendstes Entgiftungsorgan. Bei der Tätigkeit aller Körperzellen entsteht als giftiger Auswurfstoff die Kohlensäure. Hiervon den Körper zu befreien, ist eine der wichtigsten Aufgaben der Atmung. Bei jedem Hauch, den wir ausatmen, entleeren wir eine reichliche Menge Kohlensäure. Und wenn die Atmung erschwert ist, leidet der Körper nicht so sehr unter dem Mangel an Sauerstoff als an den verderblichen Folgen der Kohlensäure-Vergiftung. Nicht nur von Kohlensäure, sondern von einer Reihe anderer giftiger Substanzen befreien die Lungen den Körper gelegentlich, so von Chloroform, Aceton, Alkohol, Ammoniak, die vorher absichtlich oder unabsichtlich den Körpersäften zugeführt waren.

Digitized by Google

Die Leber war ein Organ zur Abwehr und Zerstörung von Giften, in geringem Grade zur Ausscheidung durch die Galle. Die Lunge tut nichts zur Abwehr, wohl aber kann sie das Blut entgiften, die schädlichen Gifte ausscheiden. Das hat sie mit einer ganzen Reihe anderer Organe gemein. Die Macht der Leber ist beschränkt. Viele, viele Gifte läßt die Leber durch, manche werden nur flüchtig revidiert. Sie ist eben darauf nicht eingestellt: nur auf die in dem normalen Betriebe des Naturgeschehens vorkommenden Eventualitäten. Die Natur schützte ihre Geschöpfe gegen die schädlichen Folgen des Fleischgenusses, und die Pflanzenfresser gegen die eventuellen Vergiftungen, die die Pflanzennahrung bot. Sie gab ihren Geschöpfen Mittel genug an die Hand, sich in der Nahrungswahl vorzusehen, den Instinkt, Geruch und Geschmack. Wenn aber der Mensch allem Instinkt zum Hohn faulende Stoffe zu sich nimmt, oder wenn die Kultur die Nase so hat verkümmern lassen, daß wir es gar nicht mehr bemerken, wenn wir ein Stück faules Fleisch aßen, dann freilich ist es Schuld des Menschen, wenn Fleischgift, oder Wurst- und Fischgift so verderbliche Wirkungen entfaltet.

Womit die Leber nicht fertig wird, das kommt in den Körper. Und nun treten alle die bösen Folgen der Vergiftung ein, die auf einzelne Zellen, Zellsysteme oder den ganzen Körper vernichtend wirken je nach dem Grade, wie sich die Zellen mit dieser Änderung ihrer Lebensbedingungen abfinden können. Aber — so ganz bedingungslos kapituliert der Körper doch noch nicht. Wie die Lunge, benützt der Organismus noch eine Reihe anderer Organe, sich schleunigst des eingedrungenen Giftes zu entledigen. Es wird der Haut mit dem Blut zugeschickt, die es durch den Schweiß und die Poren ausscheiden soll, in den Darm wird auch ein Teil entleert, aber die wichtigste Arbeit leisten die Nieren. Es gelingt diesen Organen auch oft, die Quälgeister zu

Digitized by Google

entfernen. Oft, aber nicht immer. Und oft müssen sie den Versuch der Ausscheidung selbst schwer büßen, weil bei der innigen Berührung mit dem Gift ihre Zellen hart mitgenommen werden, daher die vielen Erkrankungen der Haut nach bestimmten Vergiftungen. Daher auch Darm- und Nierenentzündungen. Ja, die Nieren können so gestört werden, daß sie zu jeder weiteren Leistung nur in beschränktem Maße fähig sind.

Freilich sind das Ausnahmefälle. Wenn Gifte eingeführt werden, deren Vernichtung über das Können der Abwehrvorrichtungen in Magen, Darm und Leber hinausging. Aber kehren wir zu dem normalen, geruhigen Leben zurück, in dem wir den Kampf mit Giften gerade genügend kennen lernen können.

Das in der Leber begutachtete Blut ist im gewöhnlichen Gang des alltäglichen Lebens „garantiert" rein. Was die Leber ihm noch an nicht ganz einwandfreien Stoffen mit auf den Weg gibt, Harnstoff, Phenylschwefelsäure und ähnliches, ist so harmlos, daß deswegen der Körper keine Not zu leiden hat: es wird im Nu ausgeschieden. Das so gereinigte Blut wird nun direkt dem Herzen zur Verwendung und Versendung übergeben, um — im nächsten Augenblick wieder in gröbster Weise verunreinigt zu werden. Zunächst geben die Zellen ihre Kohlensäure, ein giftiges Produkt ihrer Arbeit, ans Blut. Das ist nun nicht so gefährlich, denn die Lungen besorgen in idealster Weise deren schleunigste Entfernung. Aber die Zellen geben auch ihre anderen Stoffwechselprodukte an das Blut, eine jede Zelle ihre besonderen, ihr eigentümlichen Auswurfsstoffe. Und diese Stoffe sind ganz gefährliche Gifte für alle Zellentätigkeit. Gegen ihre Giftwirkung sind alle die Gifte, die wir bisher besprochen haben, harmloses Kinderspielzeug! Wenn der Körper diese Stoffe nicht sofort unschädlich machen könnte, wir würden vermutlich nicht 24 Stunden am Leben bleiben. Gott sei

Digitized by Google

Dank, sind aber die Vorrichtungen zu deren Vernichtung derartig sein, daß wir für unser Leben unbesorgt sein können. Wo wird dieses Gift unschädlich gemacht? Dafür gibt es einige merkwürdige Organe.

Vorn am Hals, vor dem Kehlkopf, direkt unter der Haut, liegt eine eigentümliche Drüse, die Schilddrüse. Sie ist von U-förmiger Gestalt. Das Mittelstück zieht sich quer über den Anfangsteil der Luftröhre, die beiden Seitenlappen steigen seitlich zu beiden Seiten des Kehlkopfes an. Die ganze Schilddrüse ist etwa 20 Gramm schwer, wenige Zentimeter groß. Das was man Kropf nennt ist eine Anschwellung dieser Schilddrüse, oft bis zu ganz enormen Dimensionen. Lange war man über die Bedeutung der Schilddrüse vollständig im Unklaren. Bis in die allerneueste Zeit hinein. Man wußte nur, daß in manchen Gegenden Kropf und Idiotie heimisch waren, und daß diese krankhaften Störungen in einem gewissen Verhältnis zu einander stehen müßten. Im Jahre 1882 hatten die Chirurgen Kocher und Reverdin zu ihrem Entsetzen gemerkt, daß man die Schilddrüse nicht ungestraft operieren darf. Sie hatten kropfartig entartete Schilddrüsen vollständig entfernt und das bedauerliche Resultat war, daß die so operierten Individuen einen außerordentlichen Verfall der körperlichen und geistigen Kräfte zeigten und an fortschreitender Schwäche zugrunde gingen. Die Haare fielen aus, die Nägel wurden brüchig, die Haut wurde trocken, schilferig, dick, derb, dadurch erhielt das Gesicht einen stumpfsinnigen, blöden Ausdruck. Gleichzeitig sanken die geistigen Kräfte rapid. Es stellte sich Zittern der Muskeln ein. Zuweilen traten auch bald nach der Operation eigentümliche Krämpfe auf, die plötzlichen Tod verursachen konnten. Mit einem Schlage war also klar, daß die Schilddrüse ein eminent lebenswichtiges Organ sein mußte. Schade nur, daß man diese Erkenntnis so teuer hat erkaufen müssen.

Digitized by Google

Und nun stürzte sich eine Schar namhafter Forscher mit Feuereifer auf die Aufgabe, das Geheimnis der Schilddrüse näher zu ergründen. Man nahm das Experiment zu Hilfe, stellte Versuche an Tieren an. Aber seltsam, je mehr man sich mit dem Problem beschäftigte, desto verworrener wurde es. Der eine erhielt diese, der andere jene Resultate. Und jeder glaubte Recht zu haben. „Erkläret mir, Graf Oerindur, diesen Zwiespalt der Natur!“ Erst neuerdings hat man des Rätsels Lösung gefunden: An jeder Seite der Schilddrüse liegen — beim Menschen — noch zwei merkwürdige ganz kleine Gebilde versteckt, die Nebenschilddrüsen. Sie sind so klein, daß sie leicht zu übersehen sind, und tatsächlich bis vor einigen Jahren völlig übersehen waren, trotzdem die Anatomie bis in die geheimsten Winkel unseres Körpers vorgedrungen ist. Es sind im ganzen vier. Auch bei Tieren. Aber die Lage der Nebenschilddrüsen ist ganz verschieden: einmal liegen sie alle mitten in der Schilddrüse, ein andermal nur die oberen oder die unteren, in wieder anderen Fällen liegen sie alle, wie beim Menschen, außerhalb. Die Verschiedenheit der Anschauungen beruhte darauf, daß — in Unkenntnis dieses Sachverhaltes — der eine Forscher bei der Schilddrüsenentfernung diese Drüsen mit beseitigt hatte, der andere sie zurückließ, ein dritter sie unabsichtlich teilweise, 2 oder 3, entfernte, und daß ein großer Unterschied darin besteht, ob man sie zurückläßt, oder ganz oder teilweise entfernt.

Heute wissen wir, durch die Untersuchungen von Vassale und Generali, Biedl, von Eiselsberg u. a., daß Schilddrüse und Nebenschilddrüsen beide eine sehr wichtige aber völlig verschiedene Funktion haben: die Schilddrüse sondert in ihrem Stoffwechsel eine Substanz ab, die bei dem jugendlichen Individuum einen großen Einfluß auf das Wachstum hat. Sie produziert dauernd einen Saft, der bei Erwachsenen gewisse Ernährungsstörungen verhütet, die wir

Digitized by Google

oben in den eigentümlichen Veränderungen der Haut kennen gelernt haben. Fehlt der Schilddrüsensaft bei Kindern, so werden die Knochen plump und oft verbogen, Arme und Beine kurz, der Schädel groß und mißgestaltet, die Zunge dick und groß. Das Auge ist klein und sieht blöde. Die Nase platt, breit, die Lippen rüsselartig dick. Der Bauch ist aufgetrieben. Die Haut ist blaß, welk, dabei aber brettartig hart, trocken, spröde. Die Nägel sind brüchig, Haare



Fig. 35. Myxoedematöse Frau vor und nach der Behandlung. Nach Andersson (Tigerstedt).

dünn und borstig. Bei Erwachsenen sieht man ein Bild, das unter dem Namen Myxoedem schon lange bekannt war. Die Haut wird auch blaß, teigig, derb, dabei trocken und schilfrig. Die Haare fallen aus. Die Zunge wird dick, die Nägel werden brüchig. Gibt man solchen kranken Kindern oder Erwachsenen Saft von tierischen Schilddrüsen, oder daraus hergestellte Tabletten, so schwinden alle krankhaften Erscheinungen. Übrigens gibt es auch eine Krankheit, die sog. Basedowsche Krankheit, wo zuviel und abnorm zusammengesetzter Schilddrüsensaft abgeschieden wird.

Digitized by Google

Diese Krankheit ist gekennzeichnet durch Kropfbildung, allgemeine Nervosität, enorme Pulsbeschleunigung, Vortreten der Augäpfel („Glotzaugen"), starkes Schwitzen, hochgradige Abmagerung usw.

Die Bedeutung der Nebenschilddrüsen liegt auf ganz anderem Gebiete. Sie sind dafür da, *im Körper gebildete giftige Stoffwechselprodukte zu entgiften.* Entfernt man bei einem Tier die Nebenschilddrüsen vollständig, so geht es an Krämpfen zugrunde, zuweilen blitzartig schnell. Entgeht es dem Tode, so kann man sicher sein, daß irgendein Stückchen Nebenschilddrüse zurückgelassen ist. *Denn ohne dieses Organ kann man nicht leben.* Entfernt man eine, zwei oder drei Nebenschilddrüsen, so bleiben die Tiere am Leben, ja sie können sich ganz munter und wohl befinden, jahrelang, ohne irgendein krankhaftes Zeichen zu bieten, bis — eines Tages aus irgendeinem Grunde vermehrte Giftbildung eintritt. Dann treten Krämpfe ein, die durchaus den Krämpfen der Kinder ähneln, in schweren Fällen erscheinen furchtbare Zuckungen, Schaum tritt vor den Mund und das Tier geht zugrunde, es sei denn, daß ihm das gleich zu erwähnende Gegenmittel gegeben wird. Vermehrte Giftbildung entsteht bei Hunden z. B. bei Hautkrankheiten, Räude, Magen- und Darmkrankheiten und bei der Schwangerschaft. Bei diesem letzten Punkt fällt uns etwas ein. Das passiert ja auch den Frauen zuweilen, daß gefährliche Krämpfe vor oder nach der Geburt sie heimsuchen, Krämpfe, an denen leider eine große Zahl von Frauen elend zugrunde geht. Und in der Tat hat Vassale die Behauptung aufgestellt, daß die „Eklampsie" der Frauen nichts anderes sei, als die Unfähigkeit der Nebenschilddrüsen, im Körper sich bildendes Gift zu zerstören. Das eben erwähnte *Gegengift* ist Saft tierischer Nebenschilddrüsen. Vassale gab seinen Versuchstieren von diesem Saft: siehe da, sie waren wie durch ein Zauberwort geheilt. Er machte die

Digitized by Google

Probe aufs Exempel und ließ das harmlose Mittel Frauen verabreichen, die von dieser entsetzlichen Krankheit befallen waren: der Erfolg war märchenhaft. Alle Frauen, von denen sonst ein großer Teil eine sichere Beute des Todes gewesen wäre, genasen. Die Sache ist noch zu neu, aber die Medizin erwartet viel von der Fortsetzung dieser Untersuchungen.

Solcher „Übergiftungszustände“ des Körpers gibt es noch eine Reihe. Sie entstehen, wenn die Nebenschilddrüsen nicht normal funktionieren, vielleicht durch eine frühere Krankheit zugrunde gegangen sind oder auch eine angeborene Minderwertigkeit aufweisen. Solange die Giftbildung in normalen Grenzen bleibt, so lange der noch funktionierende Rest der Nebenschilddrüsen seine Aufgabe bewältigen kann, geht es gut. Man merkt dem Körper nichts an. In dem Augenblick aber, wo vermehrte Giftbildung im Körper eintritt, bei ansteckenden Krankheiten, Magendarmkrankheiten, Erkrankungen der Niere, Schwangerschaft, treten plötzlich die Folgen ein: Krämpfe und schwere nervöse Störungen. Es ist wahrscheinlich, daß auch manche Formen von Geistes- und Nervenkrankheiten auf die mangelhafte Funktion von Nebenschilddrüsen zurückzuführen sind.

Eine ähnlich entgiftende Funktion hat man auch der Nebenniere zugeschrieben. Das ist ein merkwürdiges, kleines, plattes, dreieckiges Organ, das auf der Niere sitzt, auf jeder Niere eins. Daher der Name. Mit der Niere hat dieses Organ sonst nichts zu tun. Auch die Nebenniere besteht aus zwei Organen (bei einigen Tieren sind sie noch getrennt), die wir beim Menschen als Rinde und Mark unterscheiden. Die Rinde ist für die Erhaltung des Lebens unentbehrlich, auch sie wirkt wahrscheinlich entgiftend. Das Mark hat eine ganz andere Funktion, nämlich (nach Vassale) die, einen Saft abzusondern, der für den geregelten Ablauf der Magen- und Darmtätigkeit notwendig ist.

Digitized by Google

Ob wir noch mehrere solcher entgiftender Organe haben, wir wissen es heute noch nicht. Die Zukunft wird uns, wie es scheint, bald darüber Aufklärung geben. Aber in allen Körperzellen selbst schlummert in primitiver Weise die Fähigkeit, die im Stoffwechsel gebildeten Gifte unschädlich zu machen. Jede Zelle kann sie umwandeln, oxydieren, so daß sie als harmlose Stoffe von den Nieren ausgeschieden werden können. Vielleicht nicht bloß oxydieren, sondern, wie die Leber, nur nicht so vollkommen, nach Bedarf und Vorrat umwandeln in gleichgültige Substanzen.

Immer steht das Blut unter dem Einfluß aller Organe, die es verunreinigen durch ihre Abfallprodukte. Aber betrachten wir die Sache noch einmal näher. Nehmen wir ein Bild aus dem menschlichen Getriebe zu Hilfe. In zahllosen Fabriken werden unzählige Produkte hergestellt aus Rohstoffen. Und bei der Verarbeitung bilden sich Mengen von Abfallstoffen. Da häufen sich z. B. in der Flußeisenfabrikation nach dem verbesserten Bessemerverfahren Berge von Schlacken, die sog. Thomasschlacke, ein für den Betrieb ganz wertloser Stoff. Was damit beginnen? Überall lag es im Wege, bis jemand fand, daß es ein ausgezeichnetes Düngemittel ist. Und jetzt wurde es für die Landwirtschaft zu einem wertvollen Stoff, so wertvoll, daß die Landwirte ihn gar nicht mehr entbehren können, weil sie völlig sich darauf eingerichtet haben. Genau so bilden sich in dem Körper bei der Tätigkeit der Organe auch Stoffe, die für dieses Organ zwar wertlos, aber andern Zellen sehr willkommen sind, weil diese sie sonst selbst für ihr Wachstum sich verschaffen müßten. Sie machen es sich deshalb bequem und richten sich ganz auf diese Methode der vereinfachten Lebensführung ein. Nur darf dann dieses Organ nicht aufhören zu funktionieren. Ja, es mag vorkommen, daß ein Organ seinen ursprünglichen Betrieb ganz einstellt, um nur dieses begehrte Nebenprodukt

Digitized by Google

herzustellen. In der Industrie sehen wir dasselbe ja so oft. So haben wir vielleicht die Schilddrüse, die Rinde der Nebenniere, den Hirnanhang und die Geschlechtsdrüsen aufzufassen. Nimmt man Knaben die männlichen Keimdrüsen fort, so wachsen sie zu Männern (Eunuchen) heran, aber die Stimme bleibt ein kindlicher Sopran, weil der Kehlkopf sich nicht mehr verändert, und es treten eine Reihe anderer Störungen im Körper ein. Eben weil jetzt ein wichtiger Saft fehlt, der als Nebenprodukt von diesen Organen gebildet wurde. Doch das nebenbei.

Alle Zellen übergeben dem Blut ihre Auswurfstoffe. Und diese sind verschieden, je nach den einzelnen Organen, die tätig waren. Wenn bei Mensch und Tier ganz verschiedene Organe in verschiedenster Weise arbeiten, dann muß das Blutwasser, das Serum, natürlich auch andere Stoffe enthalten. Tiere und Menschen müssen deswegen verschiedene Blutzusammensetzung haben. Wir haben uns an unser Blut angepaßt, die Tiere an das ihrige. Wir könnten in unsern Adern das Blut von Rindern nicht gebrauchen. So sehen wir auch tatsächlich Vergiftungserscheinungen, wenn man Blutserum von einem Tiere in die Adern eines anderen einspritzt. Nur dann nicht, wenigstens nicht in dem Maße, wenn die Tiere durch gemeinsame Abstammung und gemeinsame Lebensweise „blutverwandt" sind.

Aber auch bei demselben Menschen ist die Zusammensetzung des Blutes nicht immer gleich, wie wir sahen. Es ist verschieden im Hunger und in der Verdauung, und, da die Organe alle verschiedene Stoffe verarbeiten, verschieden je nachdem welches Organ tätig war. Ein Organ, das arbeitet, verbraucht Stoffe und gibt „Schlacken" ab, und wenn es recht forciert arbeiten möchte, hört schließlich die Leistungsfähigkeit auf, weil der Stoff verbraucht ist, und weil sich die Abfallstoffe in dem Organ häufen. Die sind für das Organ selbst wertlos und giftig. Die Folge ist:

Digitized by Google

das tätige Glied ist müde, erschöpft. Wenn wir Holz hacken, kommt früher oder später ein Moment, wo die Muskeln ihren Dienst versagen, sie sind erschöpft, weil sie kein Brennmaterial zur Arbeit mehr haben, müde, weil sich in ihnen Ermüdungsstoffe angesammelt haben. Der Muskel muß sich erholen, er muß neues Kraftmaterial sich verschaffen und das Gift durch das Blut ausspülen und fortschwemmen lassen, damit es unschädlich gemacht und ausgeschieden werden kann. Dann erst ist der Muskel zu neuer Arbeit fähig. Weichardt ist es gelungen, das Ermüdungsgift aus den Muskeln künstlich ermüdeter Tiere herzustellen. Es ist eine eiweißähnliche Substanz von bitterem Geschmack und sehr leicht zersetzbar, eine Temperatur von 50° zerstört es schon. Dieses Gift, Meerschweinchen und Mäusen eingespritzt, ruft ganz merkwürdige Erscheinungen hervor: die Tiere werden müde und schläfrig, auch wenn sie völlig ausgeruht waren. Nach größeren Gaben sterben sie. Und etwas noch Merkwürdigeres: wird es Pferden oder Ziegen (bei denen man mit größeren Mengen operieren kann) in steigenden Dosen eingespritzt, so bildet sich in deren Blut ein Gegengift, ein Antitoxin. Dieses Gegengift, ein Ermüdungsantitoxin, schützt auch eingenommen gegen die Wirkungen des Ermüdungsgiftes. Ja, auch beim Menschen soll es eingenommen außerordentlich erfrischend wirken. Also ein Heilserum gegen die Müdigkeit! Welche Perspektiven eröffnen sich da unserer von chronischer Ermüdung gepeinigten Kulturwelt! Ein Fläschchen mit Müdigkeitsserum in der Westentasche und man ist allen Anstrengungen der Saison gewachsen! Man darf über dieses Ergebnis wissenschaftlicher Forschung nicht mit spöttischem Lächeln hinweggehen. Daß ein Gift bei der Ermüdung gebildet wird, gebildet werden muß, ist ohne weiteres zuzugestehen. Daß dieses Gift im Körper durch ein Gegengift unschädlich gemacht wird, kann man schon von vorneherein annehmen. So weit ist alles richtig. Es fragt

Digitized by Google

sich aber, ob es bei jeder Ermüdung praktisch gebraucht werden kann. Denn die Ermüdung beruht ja nicht bloß auf der Giftbildung, sondern auch auf Erschöpfung des Nährmateriales, und dieses kann ein Heilserum nicht verwendungsbereit mit in den Körper einführen. Aber, es gibt krankhafte Zustände, in denen Ermüdung eintritt, bevor das kraftliefernde Material verbraucht ist, und noch andere machen den Eindruck, als ob der Körper nicht die Fähigkeit hätte, das Gift unschädlich zu machen. Ob nicht hier der Anwendung eines solchen Heilserums ein ausgedehntes Feld offen steht? Doch das ist Zukunftsmusik!

Jedenfalls hat unsere abgehetzte, übermüdete und überreizte Kulturwelt das Bedürfnis nach Ruhe, Erholung und Erfrischung. Sie will leistungsfähig den hastenden Anforderungen der Zeit gewachsen sein. Das Serum wäre ein ideales Mittel, weil es die Ermüdungsvergiftung beseitigen zu können verspricht. Bis dahin aber, bis man praktische Konsequenzen aus den wissenschaftlichen Untersuchungen ziehen kann, macht man etwas anderes. Man holt aus den abgehetzten Organen das letzte, was sie leisten können, wie man einem abgehetzten Droschkengaul mit der Peitsche den letzten Vorrat seiner Kraft herauspumpt. So peitscht man seine Organe auch; die Peitsche vertreten unsere kulturellen Reizmittel: Tee, Kaffee, Alkohol, Nikotin, Kokain. Freilich klappt darnach der Körper um so mehr zusammen, aber was verschlägt's! Einmal ist keinmal! Morgen wollen wir ausruhen! Aber der Weg zur Hölle! Wo bleiben die guten Vorsätze? Am nächsten Tage werden die Reizmittel von neuem gebraucht. Und so immer weiter. Das ist unsere Kultur! Diese Peitschmittel sind, wie wir wissen, Gifte! Wie schwer fällt es uns doch, uns daran zu gewöhnen. Wie bitter muß der Tertianer die ersten heimlichen Rauchstudien büßen, oder die ersten Gläser Bier. Aber der Körper gewöhnt sich daran, wie an viele Gifte. Bis er sich schließ-

Digitized by Google

lich auch aus großen Mengen nichts mehr macht. Auf wieviel Bier kann sich nicht ein junger Student trainieren! Die Arsenikesser in Steiermark haben sich an dieses furchtbare Gift so gewöhnt, daß sie es fast teelöffelweise schlucken, eine Dosis, die ein ganzes Bataillon Soldaten umbringen könnte. Die Morphinisten kommen zuweilen auf ein Tagesquantum, das für 50 Menschen zum ewigen Schlaf genügen würde. Und so gibt es eine Unmenge von Beispielen. Wodurch die Gewöhnung? Weil durch die allmählich sich langsam steigernde Giftdosis die Körperzellen Zeit hatten, sich dem langsam sich ändernden Milieu anzupassen, ganz allmählich. Nun haben sie mit einem neuen Körpersaft zu rechnen, sind diesem angepaßt, können aber auch nicht mehr so arbeiten wie früher. Ihre Funktionen haben sich geändert. Und wenn man jetzt plötzlich das „normale" Milieu eines gesunden Menschen wiederherstellen wollte, würden die Zellen auch diesem plötzlichen Wechsel nicht angepaßt sein, wie uns ja aus der Erfahrung sattsam bekannt ist.

*

Es ist ein wunderbarer Schatz von Waffen, mit denen die Natur unsern Leib ausgestattet hat, um gegen die Möglichkeit einer Vergiftung wohlgerüstet dazustehen. Das Heer der Gifte, das gegen uns stürmt, ist doch wahrhaftig nicht klein. Wir haben gesehen, wie wir schon beim normalen Ablauf der Lebensvorgänge ständig mit Giften zu tun haben. Daß wir mit solchen Vorrichtungen ausgestattet wurden, war notwendig, denn ohne sie würde unsere Existenz unmöglich sein. Die Natur gab die Gifte, also mußte sie auch dem Körper Anpassungsvorrichtungen gegen diese Eventualität mitverleihen. Von diesem Gesichtspunkte wollen die Schutzkräfte verstanden sein: Ausspeien, Erbrechen, Abführen, der Schutz der Darmschleimhaut gegen giftige Gase, die komplizierte Tätigkeit der Leber und Körperzellen, die Aus-

Digitized by Google

scheidungsorgane und die entgiftende Wirkung von Organen und Zellen.

Freilich, das Tier ist noch besser geschützt. Es steht unter dem Zwange der Natur, seiner Instinkte, schon bei der Nahrungsaufnahme. Und es hat seine Nase als Warner vor Gefahren. Uns hat die Kultur. Die hat die Instinkte unterdrückt, und das Geruchsorgan verkümmern lassen. Auf diese Warner können wir uns nicht mehr verlassen — und wir wollen es ja auch nicht.

Immer ist es die Kultur, die die Kreise der Natur stört. Nicht nur die Kultur von heute, wenn auch diese in beschleunigten Riesenschritten eilt. Sie datiert schon von dem ersten Erwachen des Menschengeistes, da der Mensch auf eigenen Füßen stehend, sich selbständig fühlte, mit seinem Verstande zu kritisieren und korrigieren anfing, und — ohne es zu wollen, die Wege der Natur kreuzte. Und wenn wir heute noch obendrein eine Menge Gift nehmen, die uns zum täglichen Bedürfnis geworden sind, Alkohol, Tee, Kaffee, schlimmsten Falles Kokain und Morphium, wenn unsere Chemiker Phosphor, Blausäure, Lysol und Sublimat, unsere Ingenieure Leuchtgas herstellen, und so viele, viele andere Gifte, an denen so manches Menschenleben zerschellt, wenn wir ein üppiges Leben in überflüssigem Genuß unserer kulturellen Nahrungsmittel genießen, dann kann die Natur in ihrer ruhigen, gemessenen Anpassungsarbeit diesem nervösen Hasten nicht folgen.

Die Natur hat ihre Schuldigkeit getan. Verlangt der Mensch mehr, will er, daß er gewappnet sei der Vielheit von Giften gegenüber, die die Kultur uns gibt, dann begegne er ihren Schäden mit derselben Waffe, mit der er die Kultur schuf. mit seinem Verstande.

Digitized by Google

Verlag von Ernst Heinrich Moritz in Stuttgart.

Im Juni 1906 erscheinen folgende Bände der **Bibliothek der Gesundheitspflege** in <u>neuen</u> Auflagen:

Bd. 10. **Hygiene des Magens, des Darms, der Leber und der Niere** von Geh.-Rat Prof. Dr. **C. A. Ewald.** 160 Seiten mit 3 Tafeln und 3 Textabbildungen. Brosch. 1 Mk. 20 Pfg.; geb. 1 Mk. 50 Pfg.

Bd. 11. **Hygiene des Herzens und der Blutgefäße** von Prof. Dr. **H. Eichhorst.** 144 Seiten mit 18 Abbildungen. Brosch. 1 Mk. 20 Pfg.; geb. 1 Mk. 50 Pfg.

Bd. 15a. **Körper- und Geistespflege im schulpflichtigen Alter** von Univ.-Dozent Dr. **J. Trumpp.** 156 Seiten. Brosch. 80 Pfg.; geb. 1 Mk.

Bd. 17. **Körperpflege durch Gymnastik, Licht u. Luft** von Dr. **P. Jaerschky.** 176 Seiten, 42 Abbildungen, nebst Übungstafel und drei Übungstabellen. Brosch. 1 Mk. 60 Pfg.; geb. 2 Mk.

Bd. 18. **Körperpflege durch Wasseranwendung** von Prof. Dr. **H. Rieder.** 202 Seiten mit 8 Tafeln und 20 Textabbildungen. Brosch. 1 Mk. 60 Pfg., geb. 2 Mk.

Der aufmerksame Leser der „**Lebensrätsel**“ wird die Ueberzeugung gewinnen, welch großen Nutzen jeder erzielen kann, wenn er durch die „goldenen Lehren“ angeregt, die ihm von hervorragenden Medizinern in den einzelnen Bänden der obigen Sammlung gegeben werden, seine Lebensführung in **gesunden und kranken Tagen** nach denselben einrichtet. Für die Erziehung des Körpers zur Gesundheit sind sie die besten Ratgeber, denn ohne Gesundheit ist Arbeitsfreudigkeit und Lebensgenuß nicht zu erringen.

Prospekte der Bibliothek der Gesundheitspflege gratis u. franko

Digitized by Google

• Verlag von Ernst Heinrich Moritz in Stuttgart. •

Dr. H. Dekker, Lebensrätsel.

Der Mensch biologisch dargestellt

II. Teil. 231 Seiten mit 24 Abbildungen. Brosch. 2 Mk.

Inhaltsangabe des II. Teils.

I. **Maschinenarbeit und Arbeitsmaschinen.** „Alles Leben ist Bewegung." — Fleisch und Arbeit. — Die Hebel der Menschenmaschine. — Nutzen der Knochen und warum die Polypen keine Knochen haben. — Wie der Knochen die Aufgaben der graphischen Statik löst. — Oberschenkel und Krahn. — Struktur des schief geheilten Knochens. — Delphinschwanz und Menschenherz. — Muskelmasse und Muskelleistung. — Ein Spaziergang auf dem Monde. — Leben und schreckliches Ende eines Marsbewohners. — Säugling und Hühnchen. — Ererbte Instinkte. — Sehen und greifen lernen. — Das Zusammenspiel der Muskeln. — Ein sechster Sinn? — Übung des Muskelsinns. — Wägen und Entfernung schätzen. — Übung macht den Meister. — Folgen des Nichtgebrauchs. — Willenshandlung und Automatismus. — Die Macht der Gewohnheit. — Baby lernt laufen. — Seiltanzen lernen. — Die Gleichgewichtswage. — Betrogene Krebse. — Wo uns der Kopf steht. — Kontrolleure des Gleichgewichts. — Warum Taubstumme nicht tauchen können. — Wie wir Bewegungen fühlen. — Eine Fahrt auf der elektrischen Bahn. — Orientierung und Gleichgewicht. — Auf hoher See. — Die Augen als Krücken. — Eisenbahnzug, Illusionsschaukel und Lift. — Kirchturmschwindel. — Ein Abenteuer im Ballsaal. — Die Bogengänge und ein Glas Wasser. — Warum Taubstumme und Kaulquappen nicht drehschwindlig werden. — Galvanischer Schwindel. — Menièresche Krankheit. — Übung der Gleichgewichtserhaltung. — Der Muskel als Maschine. — Arbeit und Erholung. — Eine Kraftprobe. — Ermüdung ist Erschöpfung und Vergiftung. — Wird das Herz nicht müde? — Rhythmus und Erholung. — Reizmittel. — Reservekräfte der Organe. — Wie die Muskelmaschine geheizt wird. — Erhaltung der Kraft — Ökonomie der Muskelmaschine. — Ballspielende Jugend. — Was uns Kulturmenschen not tut.

II. **Die Regierung des Zellenstaates.** Betrachtung eines Menschengehirns. — Der Sitz der „Seele", Herz oder Gehirn? — Empfindung und Reaktion bei den Einzellern und mehrzelligen Wesen. — Nerven, Rückenmark und Gehirn. — Reflex, Nerv und Telegraphendraht. — Die niederen Tiere Reflexbündel. — Musikautomat und Schlucken. — Gedankenlosigkeit der Instinkte. — Entwicklung der Ganglien. — Herdenwerte und Einzelwerte. — Der Wille bei der Muskelbewegung. — Heerführer, Offiziere und Mannschaften. —

Digitized by Google

Nicht gehorchende Muskeln. — Gehirn und Gleichgewicht. — Reflexe im Schlaf und die Kranken. — „Kinder und Betrunkene haben Glück." — Gehorsamsverweigerung der glatten Muskeln. — Zweckmäßigkeit und Unzweckmäßigkeit der Reflexe. — Speichel und Magensaft. — Monarch und Minister. — Leber, Nieren, Milz brauchen keine Nerven. — Ein ausgeschnittenes, nach Monaten noch lebendes, und ein in Streifen zerschnittenes lebendes Herz. — Warum das Herz rhythmisch schlägt und warum es vorzüglich genährt werden muß. — Herz und Nerven. — Staubkorn und Flimmerzellen. — Wenn unser Wille im Körper zu sagen hätte. — Das Gehirn wiegt 20 Gramm. — Ein Stich in die Wirbelsäule. — Lachen, Weinen, Erröten als Reguliervorrichtungen. — Gehirn und Kultur.

III. **Am Herdfeuer des Lebens.** Wintersfrost und Frühlingshoffen. — Warum wir frieren und uns warm fühlen. — Amöben und Wärme. — Im Bienenstaat. — Der Ofen der lebenden Wesen. — Dauerwarm und wechselwarm. — Das Leben der Kaltblüter. — Die Fliege im Winter. — Winterschlaf der Kaltblüter. — Kann ein Frosch das Einfrieren ertragen? — Winterschlaf der Säugetiere. — Der Schlaf als Schutzeinrichtung. — Wenn wir frieren. — Schaudern und Zittern. — Die Gänsehaut als Fensterverschluß. — Zusammenkauern. — Warum die Eskimos in Tran Kommerse feiern. — Warum die Kinder viel essen und warum es sich nicht lohnt, kleine Tiere zu züchten. — Das Fett als Isolator und Reservevorrat. — Aalfett und Rindertalg, und warum die Walfische Tran liefern. — Haare, Federn und Kleider. — Wenn wieder eine Eiszeit kommt. — Warum wir im Sommer pusten und schwitzen. — Das dolce far niente als Notwendigkeit. — Hunde und Hitze. — Menschen im Backofen. — Soldaten und Hitzschlag. — Warum die bleichsüchtigen Mädchen frieren. — Teufel Alkohol und Erfrierungstod. — Warum der Fieberkranke friert. — Was ist Fieber? — Temperaturspielraum für die Menschenzellen und für den Menschen. — Es regnet Kröten. — Die Flucht vor dem Verderben. — Kaltblütige Säugetiere. — Der Neugeborene als Kaltblüter.

IV. **Gesund und krank.** Krankheit und Aberglauben. — Gott, Teufel und Sterne als Ursachen von Krankheiten. — Was ist Gesundheit? — Wie Funktionen zusammenwirken. — Schutz gegen die Eventualitäten des Lebens. — Der Schmerz als Herrscher und Freund. — Wenn wir keine Schmerzen litten. — Verschiedene Schmerzempfindlichkeit der Organe: Herz, Lungen u. Gehirn nicht schmerzempfindend. — Gibt es Magenschmerzen? — Wie sich der Körper hilft gegen Schädlichkeiten und warum er sich oft nicht helfen kann. — Verschiedene Wichtigkeiten der Funktionen. — Wie der Körper eine schwere Verletzung heilt. — Wiederherstellung der Blutbahn und des Schutzes gegen Bakterien. — Der Arzt als Retter von Funktionen, Stereotypie der

Digitized by Google

Digitized by Google

Plätzchen suchen. — Schlafen heißt nicht antworten können. — Ermüdung, Erschöpfung, Langeweile. — Schlafen heißt nicht antworten dürfen. — Winter-, Sommer-, Tag- und Nachtschlaf. — Schlafen heißt nicht antworten wollen. — Schlafen ohne Ermüdung und aus Gewohnheit, Mittagsschlaf. — Einschlafen. — Nicht schlafen können bei Übermüdung. — Der Nutzen des Schlafes. — Warum der Schlaf das Leben verlängert. — Wie lange man schlafen soll. — Die Tiefe des Schlafes. — Der Schlaf vor Mitternacht. — Wie und warum wir erwachen. — Warum der Müller aufwacht, wenn die Mühle zu klappern aufhört. — Zählen als Schlafmittel. — Die Aufmerksamkeit als Nachtwächter. — Warum und was wir träumen. — Der Scheintod als Schutzmittel des Lebens. — Winterschlaf und Sommerschlaf. — Gibt es einen Scheintod beim Menschen? — Wiederbelebung. — Lebendig begraben werden. — Der Scheintod der Fakire. — Warum alle Menschen sterben müssen. — Unsterbliche Geschöpfe. — Wie lange währt das Menschenleben? — Warum der Bandwurm 100 Millionen Eier legt und die Eintagsfliege nur wenige Stunden lebt. — Und warum die Vögel ein sehr langes Leben haben. — Das Menschenleben ein Rechenexempel. — Die Säuglingssterblichkeit „natürliche Auslese"? — 106 : 100. — Wie viele Kinder wir Menschen haben müssen. — Unser Leben währet 70 Jahre. — Gangdauer der Lebensuhren. — Tod und Sterben. — Überlebende Organe. — Der Kopf des Hingerichteten. — Der Vorhang fällt!

Schluß. **Rückblicke und Ausblicke.** Was ist Entwicklung? Lamarck, Géoffroy de St. Hilaire, Darwin de Vries. — Anpassung und Zweckmäßigkeit. — Zweckmäßig kontra unzweckmäßig. — Aufgabe der Biologie. — Die Lebensbedingungen. — Natur und Kultur. — Das Eingreifen der Kultur in die Beziehungen zwischen Mensch und Außenwelt. — Steigerung der Funktionen. — Veränderung der Lebensbedingungen. — Der Mensch entwickelt sich körperlich nicht mehr. — Überflüssige Funktionen. — Nehmen und Geben der Kultur. — Bringt Kultur Degeneration? — Muß es so sein?

Beide Teile in einem schönen Leinwandband gebunden 5 Mk.

Digitized by Google

Lebensrätsel.

Der Mensch
biologisch dargestellt

von

Dr. med. Hermann Dekker.

II. Teil.

Mit 24 Abbildungen.

Stuttgart
Ernst Heinrich Moritz
1906.

Digitized by Google

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechtes, sind vorbehalten.

Stuttgarter Setzmaschinen-Druckerei, G. m. b. H.

Digitized by Google

Inhalt des zweiten Teiles.

Digitized by Google

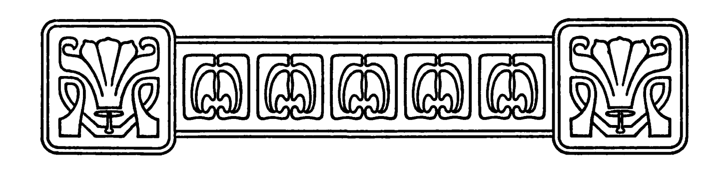
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



I.

Maschinenarbeit und Arbeitsmaschinen.

„Alles Leben ist Bewegung." Schon vor 2000 Jahren wagte Aristoteles diese damals noch unbeweisbare Behauptung. Heute wissen wir, daß er recht hatte. Denn wo in der lebenden Substanz etwas „vorgeht", finden wir Bewegung. So im Protoplasma der niedersten Tiere, so auch in den Zellen der Pflanzen. Bei den höheren Tieren ist die Bewegungsfähigkeit nach Art und Grad mannigfaltiger, außerordentlich vielseitig, differenzierter geworden. Sie geht zum Teil „unbewußt", im Innern des Körpers vor sich, in Zellen und Organen, zum Teil dient sie dem Wollen und Handeln, zur Flucht und zum Aufsuchen günstiger Lebensbedingungen, in letzter Linie zur Erhaltung des Individuums und der Art. Auch so beim Menschen. Wenn wir absehen von den Vorgängen innerhalb der Zellen, so ist sämtliche Bewegung an die Tätigkeit eines besonderen Gewebes, der Muskeln, d. h. dessen, was der Laie „Fleisch" nennt, geknüpft. Das Fleisch besteht aus Fasern, die eine ideale Elastizität haben: sie ziehen sich zusammen und dehnen sich in vollkommener Weise wieder aus. Das Resultat ist eine Bewegung, die mit einer gewissen Kraft ausgeführt wird: die Muskeln des Menschen vermögen bei ihrer Zusammenziehung für jeden Quadratzentimeter ihres Querschnitts 10 Kilogramm zu heben!

Die Bewegungen, die ohne unseren Willen verlaufen (wie die des Darms) sind an die Tätigkeit sog. „glatter"

Digitized by Google

Muskelfasern gebunden, unsere willkürlichen Handlungen sind das Arbeits-Resultat komplizierter gebauter Muskeln, deren einzelne Fasern eine eigentümliche Querstreifung zeigen. Die Muskelzellen des Herzfleisches — auch quergestreift — nehmen eine Sonderstellung ein.

Da unser Wille sich in Handlungen und Bewegungen offenbart, ist der Reichtum des Körpers an willkürlichen Muskeln verständlich. Fast 50 Prozent unseres Körpers besteht aus Muskelmasse. Sie bestimmt mit dem Skelett, das weitere 15 Prozent des Körpergewichts ausmacht, die menschliche Form. Also fast 65 Prozent des menschlichen Körpers dient zu seiner Bewegung! Wenn wir gehen, springen, Leitern steigen, wenn wir mit dem Schwert dreinschlagen oder einen Stein schleudern, alles Muskelarbeit. Aber auch, wenn wir ganz ruhig stehen, sind die Muskeln angestrengt tätig, um uns im Gleichgewicht zu erhalten. Man fühle nur die gestrafften Beinmuskeln eines stehenden Menschen. Eine Puppe in Menschengröße auf eigenen Füßen stehen zu lassen, ist ja so schwierig und nur unter besonders günstigen Bedingungen zu bewerkstelligen. Die Brustmuskeln, die die Rippen heben, unterhalten die Atmung: ihre Lähmung bedeutet den Tod des Menschen. Die Bauchmuskeln sind für die Erhaltung der Darmfunktionen von Bedeutung. Muskeln bewegen die Augäpfel beim Sehen und bewirken die Orientierung im Raum, und wenn wir Menschen sprechen, erzeugen wir mit der Kraft unserer Muskeln Schallwellen.

Bei den Arbeitsmaschinen unserer Ingenieure handelt es sich um Bewegung von Teilen aus festem Material, Metall oder auch Holz. In der Menschenmaschine werden Hebel bewegt, die aus K n o c h e n bestehen, einem Material, das infolge seiner Zusammensetzung aus organischer und anorganischer Substanz und, durch die Verwendung be-

Digitized by Google

stimmter Mineralien in bestimmtem Verhältnis, eine bedeutende Festigkeit und Tragfähigkeit mit relativer Leichtigkeit und einem nicht geringen Maße von Elastizität verbindet. Durch ihre Gelenkverbindungen besitzen die Knochen eine hochgradige Beweglichkeit gegen einander, so daß die zierlichsten und minutiösesten Bewegungen ausgeführt werden können. Alle Arten von Gelenken sind vertreten, Scharniergelenke, wie wir sie ähnlich an den Türangeln sehen, an Kopf, Ellenbogen, Knie, Fingern und Zehen. Ein Zapfengelenk zwischen erstem und zweitem Halswirbel, Kugelgelenke an Schultern und Hüften. Wie der Mechaniker die Gelenke seiner Maschinen fleißig ölt, um Reibung und Abnutzung möglichst zu verhindern, so der Organismus: eine selbsttätige Schmiervorrichtung erhält die knorpeligen spiegelglatten Gelenkenden dauernd schlüpfrig.

Aber nicht nur zur Bewegung dienen die Knochen. Sie sind gleichzeitig Kapseln für edle Körperteile, Gehirn, Rückenmark und Knochenmark oder bieten in ihren Buchten und Winkeln sicheren Schutz für wichtige und komplizierte Organe, Auge, inneres Ohr, Herz, Adern, Nerven. Ihre Hauptaufgabe ist den Körper zu stützen. Der Menschenleib hat — dank der Schwerkraft — eine Last an sich zu tragen und würde zusammensinken, wenn nicht die Knochen ihn trügen. Wo, wie bei den Fischen, die Schwerkraft durch den Auftrieb des Wassers aufgehoben ist, ist ein tragendes Skelett unnötig. Zentnerschwere Polypen gibt es ohne jedes Knochengerüst. Große Fische, wie Hai und Rochen, haben ein weiches, knorpeliges Skelett und bei den Knochenfischen dienen die Knochen nicht zum Tragen, sondern zum Ansatz der Muskeln, auch als Mantel für edle Organe, jedenfalls können sie des festen Gefüges der Landtier-Knochen entbehren.

Die Natur arbeitet ökonomisch. Wenn sie schon feste, relativ schwere Knochen verwenden muß, die, von Mus-

Digitized by Google

keln bewegt, Arbeitsleistung beanspruchen, dann kommt es darauf an, möglichst an Knochensubstanz zu sparen.

Wenn wir das Innere eines Knochens, etwa eines geschlachteten Tieres, betrachten, so finden wir darin eine rote, schwammige Knochenmasse, besonders an den Gelenkenden. Eine Masse, die weich, eindrückbar ist, und sich mit dem Messer schneiden läßt. Und das gerade an den Gelenkenden, die doch den größten Druck und Zug aushalten müssen! Das erscheint dem Laien auf den ersten Anblick widersinnig. Und doch ist diese von der Natur getroffene Einrichtung besser und zweckmäßiger, als wenn die ganzen Knochen kompakt wären.

Angeregt durch die Untersuchungen seines Landsmanns Culmann, des Begründers der „graphischen Statik“, das heißt der Lehre, die in einem tragenden System (Brücke, Dach) die Spannungen vermittelt, untersuchte der Züricher Anatom Meyer 1867 die Knochenbälkchenmasse genauer und fand zu seinem und Culmanns großem Erstaunen, daß die Maschen dieses Knochennetzes nicht eine wirre, regellose Masse bildeten, sondern in bestimmten Richtungen den Knochen durchzogen. Und diese Richtungslinien entsprachen genau den Trajektorien der Zug- und Druckwirkungen am Knochen. Culmann ließ seine Schüler in die Figur eines „Krahnes“, der die Form des menschlichen Oberschenkels hat (ohne die für diese Frage unwesentlichen Vorsprünge), die durch Berechnung gefundenen Zug- und Drucklinien einzeichnen. Das Resultat zeigt die Abbildung (Fig. 2). Und wenn wir damit das Röntgenbild eines Längsschnittes aus dem Oberschenkel vergleichen (Abb. 1), so finden wir in beiden Bildern, welchen Punkt wir auch ins Auge fassen mögen, die Richtungen aller Linien und aller entstandenen Rechtecke völlig identisch. Das heißt also: wir Menschen bemühen uns mit ungeheurem Aufwand von Scharfsinn und Gelehrsamkeit bei Brücken, Türmen und Bauwerken aller

Digitized by Google

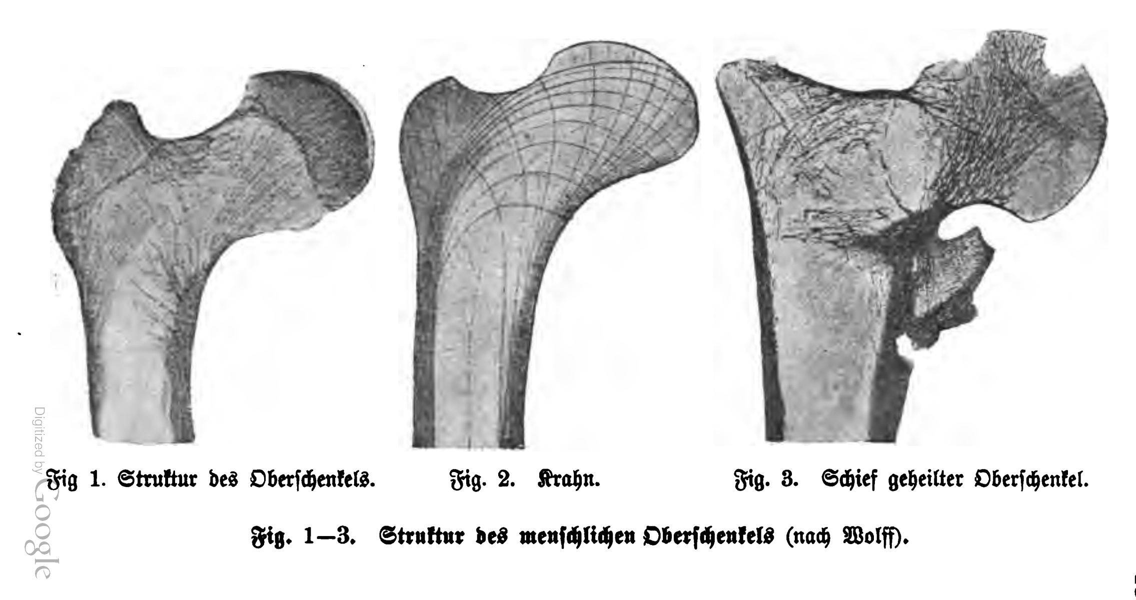


Fig 1. Struktur des Oberschenkels. Fig. 2. Krahn. Fig. 3. Schief geheilter Oberschenkel.

Fig. 1—3. Struktur des menschlichen Oberschenkels (nach Wolff).

Digitized by Google

Art durch Berechnung der Spannungsverhältnisse, Baumaterial und Arbeit, also auch Kosten zu sparen. Endlich ist es uns gelungen. Wir bauen nach diesem statischen Prinzip kühne Brücken, deren majestätischer Anblick unser Herz schlagen läßt in berechtigtem Menschenstolz. Und nun entdecken wir, daß das, was wir mit heißem Bemühen errungen haben, die Natur in ihren Werken seit Jahrmillionen schon durchgeführt hat. Wir können Culmanns begeisterten Ausspruch nachempfinden, „daß er niemals eine freudigere Überraschung aus seinen wissenschaftlichen Arbeiten gewonnen habe, als in dem Momente, in welchem er die wunderbare Übereinstimmung zwischen der Natur und den Ergebnissen seiner graphostatischen Untersuchungen vor sich gesehen habe".

Wo wir einen Knochen finden mögen, immer ist er so gebaut, daß eine möglichst geringe Menge durch seine zweckmäßige Anordnung die größte Leistungsfähigkeit entwickelt. Wo die Belastungskurven sehr konzentriert verlaufen, finden wir kompakte Knochenmasse. Die Markhöhle entsteht da, wo keine Zug- und Druckkräfte wirksam sind.

Noch mehr. Da die Druck- und Zuglinien durchaus nach statischen Gesetzen angeordnet sind, so gilt dieses auch von der Umgrenzungslinie, dem äußersten Balken, also der Form. *Der Knochen hat also auch die seiner Funktion entsprechende Form.* So alle unsere Körperknochen.

Wie nun aber, wenn einmal ein Knochen bricht? Wir wissen, er heilt wieder zusammen. Aber so „wie neu" wird er kaum wieder. Was wird jetzt aus seinem inneren Aufbau? Wir sehen die Abbildung eines Oberschenkels, dessen Kopf einmal abgebrochen war, und später in falscher Stellung so gut verheilte, daß die gebrochene Stelle nicht mehr zu erkennen ist (Fig. 3). Die ganze Form ist eine andere geworden. Dadurch wurden auch die Druck- und Zugverhältnisse andere. Und das Bild gibt uns überraschende Aus-

Digitized by Google

kunst, wie der Knochen sich in seiner Bälkchenstruktur diesen Verhältnissen angepaßt hat. Wir lesen aus dem Bilde ab, daß an der oberen Fläche der Zug ein stärkerer wurde, Verdickung des Knochens, wie der Röhrenknochen an der inneren Seite wegen des erhöhten Druckes sich bedeutend verstärkte. Wir sehen in den Kreuzungen der Balkenlinien die Wirkung des neuen Drucks. Im oberen Teil finden wir sogar eine neue Markhöhle, wo Stütz- und Druckkräfte unter diesen neuen Verhältnissen nicht angreifen. Der Knochen zeigt diese zweckmäßigste Form also nicht nur unter normalen Verhältnissen, sondern sein innerer Bau schmiegt sich sofort mit mathematischer Gesetzmäßigkeit auch den Anforderungen veränderter Belastungen an.

Wir wollen gleich hinzufügen, daß neuere Untersuchungen den verallgemeinernden Schluß zulassen, daß dieselben Wechselbeziehungen zwischen Form und Leistung auch für alle anderen Gebilde des Organismus aufzufinden sind. Besonders Roux hat eine Menge wertvoller Aufschlüsse gegeben: Die Schwanzflosse des Delphins zeigt dieselbe zweckmäßige Struktur der Faserung, ebenso das Trommelfell, die Sehnenhäute der Muskeln; die Herzmuskulatur hat eine besonders ökonomisch wirkende Anordnung. Die Weite der Gefäße, ihr Verlauf, die Dicke der Wandungen entsprechen genau den Anforderungen des Blutdrucks und den Ansprüchen des zu versorgenden Organs.

Auch die Weichgebilde passen sich unter veränderten Verhältnissen, wie eine Menge neuerer Beobachtungen uns gezeigt haben, sofort den neuen Bedingungen an. So dürfen wir kühnlich behaupten, daß die Form der Organe abhängig ist von ihrer Inanspruchnahme, und daß jedes Organ mit möglichst wenig Material eine möglichst große Leistung zu vollbringen vermag.

So ist es zu verstehen, daß unsere Muskeln mit möglichst geringer Masse arbeiten, also nur so viel Masse be-

Digitized by Google

sitzen, als für die Arbeitsleistung unbedingt erforderlich ist. Nichts zuviel und nichts überflüssig.

Wir gehen spazieren: unsere Muskeln schieben unser Körpergewicht voran. Wir ersteigen eine Leiter, eine Treppe, oder einen Berg: unsere Bein- und Beckenmuskeln heben unser Körpergewicht. Es ist nicht möglich, daß ein 200pfündiger sich mit den Muskeln eines Kindes fortbewegt. Unsere Muskeln entsprechen dem Körpergewicht. Und da Gewicht ja nichts anderes ist, als der Ausdruck für die Anziehungskraft der Erde, die Schwerkraft, so können wir mit demselben Recht sagen: die Muskeln des Menschen und auch, wie wir sahen, das Skelett, sind in ihrer Masse abhängig von der Schwerkraft. Skelett und Muskulatur bedingen die Form des Menschen. Also wird des Menschen Körperform indirekt durch die Mutter Erde bestimmt.

Wenn wir mit unseren Muskeln, so wie wir sind, auf dem Monde spazieren gingen, so würden wir mit jedem Schritt turmhohe Sprünge machen.

Wir wollen die Vernesche Himmelspost zu unseren Betrachtungen weiter benutzen, und zum Mars fahren. Auf dem Mars kann man ja leben, behaupten unsere Gelehrten. Freilich, etwas ungemütlich. Die Atmosphäre ist dünner als auf unserer guten Erde. Daher schroffe Temperaturunterschiede: Im Winter Eis bis zum Äquator und im Sommer unerträgliche Hitze, die die Pole fast eisfrei macht. Wie wir neuerdings wissen, wird der Planet von langdauernden heftigen Stürmen oft heimgesucht. Also verlockend ist der Aufenthalt für uns Erdenmenschen dort nicht.

Aber die Neugier reizt uns, die lieben Vettern vom Mars uns anzusehen. Da die Anziehungskraft des Mars dreimal so gering ist, als die der Erde, so könnte man dort aus Syrup Statuen machen. Möglich, daß die Marsstädte auf diese Weise mit Siegesalleen versorgt werden. Die Marsbewohner brauchen also kein stützendes Skelett.

Digitized by Google

Wozu? Höchstens leichte grätenartige Knochen zu Muskelansätzen und als Hebel. Die Muskelmasse selbst ist wegen der geringen Schwerkraft bedeutend reduziert. Immer angenommen, daß dort das Leben sich in derselben Weise, nach demselben Typus entwickelt hat, wie hier, und daß die „Menschen" dort dieselbe Durchschnittsernährung, d. h. dieselbe Größe haben, wie die Erdenmenschen. Bei der geringen Dichtigkeit der Marsatmosphäre würden wir Erdenbewohner uns die Haut verbrennen, wie wir es in der dünnen Luft unserer Alpen zu tun pflegen. Die Marsbewohner haben zum Schutz eine schwarze Haut, und da sie in der Technik wegen der ungeheuren Entwicklung ihres Gehirns weit fortgeschritten sind, haben sie noch allerhand sinnreiche Vorrichtungen, um sich vor der versengenden Wirkung der Sonnenstrahlen zu schützen. Bekanntlich haben ja die Marsbewohner ein bedeutend größeres Gehirn als wir, erstens wegen der viel älteren Kultur und zweitens weil die geringe Schwerkraft ihnen die Entwicklung eines mächtigen Hirns gestattet. Auf unserem Planeten wäre dies nicht möglich, weil bei einem so enormen Gewicht des Gehirns die zuführenden Blutgefäße zusammengedrückt würden.

Eines Tages ließ sich ein solcher Marsbewohner mit dem Himmelsluftschiff, das den Verkehr Mars—Erde vermittelt, nach der Erde hinüberfahren. Mit frohen Hoffnungen fuhr er ab. Aber je mehr er sich der Erde näherte, desto beklommener wurde es ihm. Er stieg in der Nähe des Nordpols aus. Das heißt, er fiel aus dem Luftschiff. Und blieb elend liegen. Wie eine Qualle am Meeresstrande. Mit solcher Schwerkraft hatte er nicht gerechnet. Hilflos, elend, ist er zugrunde gegangen. Nie wieder ist ein Marsbewohner zur Erde gekommen.

*

Digitized by Google

Freilich, nicht nur zum Gehen sind die Muskeln da, um den Widerstand der Erdanziehung zu überwinden. Andere Muskeln, andere Widerstände. Aber alle Muskeln sind in ihrer Masse durchaus angepaßt ihrer Aufgabe und ihren Leistungen.

Was auf unserem Planeten Lebendes durch Muskelkraft sich bewegt, Mensch und Tier, hat *die* Muskeln, die seinem Gewicht und den *Leistungen* entsprechen. So Mann wie Weib, Knaben wie Mädchen, der Arbeiter wie der Gelehrte, Greis und Säugling. Das neugeborene Kind bringt schon die Muskeln auf die Welt, die seinen Leistungen zukommen. Aber — es kann sie nicht gebrauchen. Ein Instrument, auf dem es nicht spielen kann.

Es gibt doch kein hilfloseres Geschöpf, als so ein eben geborenes Menschenkind, das schreiend und zappelnd in den Windeln liegt. Vergleichen wir damit ein junges Hühnchen, das im Brutapparat aus dem Ei gekrochen ist. Die Eierschalen noch auf dem Rücken, läuft es umher und pickt sein Futter auf. Es beherrscht seine Muskeln, kann sie zu komplizierten Bewegungen in wechselndem Spiel gebrauchen. Selbständig kann es sein Leben führen, indes der neugeborene Mensch völlig auf die zärtlich fürsorgende Pflege und Wartung der liebenden Mutter angewiesen ist. Dieser anscheinende Nachteil des Menschen gegenüber anderen Lebewesen, ist, bei Lichte betrachtet, ein großer Vorzug. Denn das Hühnchen, das seine Fähigkeiten mit auf die Welt bringt, durch Ererbung erworben, kommt mit ihnen sein ganzes Leben aus. Wohl lernt es noch einiges sehr wenige, neue dazu, aber alle neuen Erfahrungen dienen zur Vervollständigung dieses ererbten Nahrungstriebes und seiner instinktiven Ausübung. Je niedriger ein Tier organisiert ist, desto größer seine Abhängigkeit von ererbten Instinkten. Dem gegenüber der Mensch. Auch er bringt — durch Vererbung — die Fähigkeit mit, einige Muskeln

Digitized by Google

instinktiv zu komplizierten Bewegungen zu gebrauchen: die Fähigkeit zum Saugen. Das ist notwendig, um sein junges Leben zu behaupten. Diese Instinkthandlung führt er so vollkommen aus, daß der erwachsene Mensch es auch durch Übung nicht zu solcher Fertigkeit darin bringt, wie der Säugling. Aber dieses Sauggeschäft ist nicht der Rahmen, in dem sich das ganze zukünftige Leben abspielt. Dort ein Schema, hier eine unbegrenzte Fülle von Möglichkeiten, die sich entwickeln soll.

Das Menschenkind muß lernen. Lernen, seine Glieder seinem Willen unterzuordnen. Im Anfang gehen alle Bewegungen planlos und zwecklos vor sich. Das Baby stößt eckig bald mit einem Ärmchen, bald mit dem anderen, dreht das Köpfchen, dehnt und streckt sich, läßt seine Augen ungeregelt wandern und kann so stundenlang zappelnd in seinem Bettchen liegen. Ganz allmählich, nach Tagen und Wochen, fängt es an zu dämmern. Der grelle Lichtschein wird mit den Augen verfolgt, immer und immer wieder, bis die Augenbewegungen geregelt sind. Im weiteren Fortschreiten genügt schon weniger helles Licht, um bestimmte und sichere Bewegungen der Augen zu veranlassen. Das Kind fängt an zu sehen.

Auge und Hand vereinen sich zu gemeinsamem Handeln. Was das Auge sieht, greift die Hand. Aber das kleine Händchen greift oft daneben, ungeschickt schießt es übers Ziel hinaus, bald nach rechts, bald nach links, bald greift es zu kurz, bald zu weit. Auch wissen offenbar die Augen die Entfernung nicht abzuschätzen. Gegenstände an der Zimmerdecke oder der Mond sind ein beliebtes Ziel der kindlich-dummen Begehrlichkeit. Bis auch hier unter der dauernden wechselseitigen Kontrolle von Hand und Auge die Bewegungen der Arme sicherer werden. Noch viel mühsamer lernt das Kind seine Beinchen gebrauchen und erst viel später kommt die Beherrschung der Sprachmuskeln.

Digitized by Google

Nur in groben Rissen wollen wir die Entwicklung dieser Vorgänge uns klar machen.

Wodurch die Bewegungen entstehen, wissen wir, durch Verschiebung der Knochen gegeneinander. Muskeln ziehen von Knochen zu Knochen über ein oder mehrere Gelenke hinweg, und indem sie sich verkürzen, werden die Knochenhebel und mit ihnen die Gliedmaßen in die beabsichtigte Stellung gebracht. Nun ist aber bei jeder solchen Be-

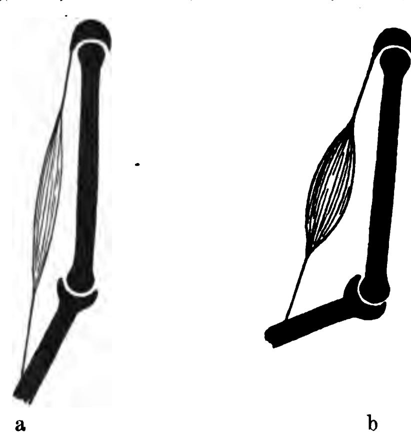


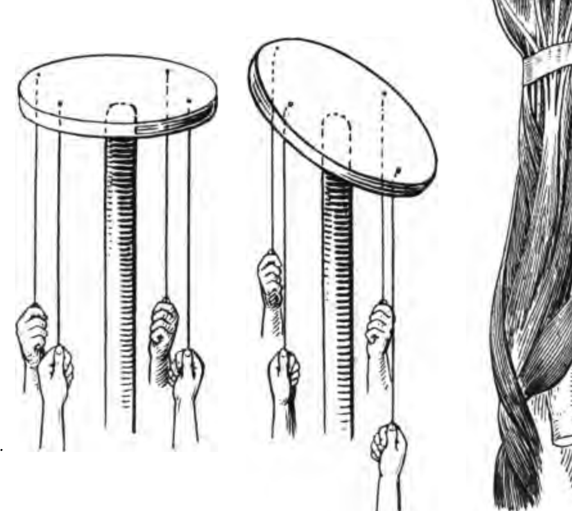
Fig. 4. Wirkung des Muskels
a) in Ruhe; b) in Tätigkeit.

wegung niemals nur ein einziger Muskel beteiligt, sondern stets wirkt eine Menge verschiedener, zuweilen dreißig und mehr zusammen, um den beabsichtigten Effekt hervorzubringen. Denken wir uns, es balancierte auf einer Stange lose liegend ein runder Holzteller. Von 4 diametralen Punkten hängen Bänder. Mit ihnen, wenn man sie alle straff zieht, kann man den Teller so festhalten, daß er nicht mehr fallen kann. (Fig. 5A.) Wir wollen jetzt den Teller in irgendeine gewünschte schiefe Stellung bringen. (Fig. 5 B.) Das können wir erreichen durch

Digitized by Google

Ziehen an den Bändern: alle vier sind gestrafft, und jedes mit einer ganz bestimmten, für diese einzige Stellung angepaßten Kraft. Wird ein Band losgelassen, muß der Teller nach der entgegengesetzten Seite kippen. Werden noch Drehbewegungen des Tellers verlangt, so sind noch mehr Bänder erforderlich. Aber in jeder Stellung ist jedes Band gespannt.





A B

Fig. 5. Tellerbalance.

Fig. 6. Muskeln u. Sehnen der Rückseite des Armes und der Hand.

Genau dasselbe gilt von unseren Muskeln: Stange und Teller sind die Knochen — etwa Vorderarm und Hand — die Bänder die Muskeln und Sehnen. Nur daß bei der Vielseitigkeit der Handbewegungen eine große Anzahl von Sehnen nötig ist. Die Sehnen sind die Vermittler der

Digitized by Google

Muskelkraft, das Seil, an dem gezogen wird. Ihre Existenz ermöglicht die Verlegung der Muskelkraft an weit entfernte Angriffspunkte in den verschiedensten Zugrichtungen. Wohl sind die Muskeln im tiefen Schlafe und in der Narkose schlaff, aber beim wachenden Menschen sind sie immer in einem gewissen Spannungszustand oder Tonus. Bei jeder Bewegung der Hand sind auch alle Muskeln tätig, jeder in ganz bestimmtem, für diese Bewegung angepaßtem Grade. Also nicht bloß die diese Bewegung direkt bedingenden Muskeln, sondern auch die in entgegengesetztem Sinne tätigen. Beuge ich den Arm, so ist natürlich der Beugemuskel am Oberam, der Biceps, stark in Tätigkeit, aber ebenso kräftig sein Widersacher, der Streckmuskel. Lege ich die Hand auf den sich bewegenden Oberarm, so kann ich mich davon überzeugen. Das hat also das Kind gelernt, seine große Zahl von Muskeln so zu gebrauchen, daß sie in genau abgestimmten Einklang für jede gewollte Bewegung zusammenwirken. Das ist nur möglich, wenn man ein Gefühl hat für den Grad der Zusammenziehung jedes einzelnen Muskels, und ein Gefühl dafür, in welcher Lage sich die Gliedmaßen, Knochen, Gelenke und anderen tiefen Teile befinden. Also ein sechster Sinn? In gewissem Sinne ja. Die Annahme von fünf Sinnen ist ja eine ganz willkürliche, unserer oberflächlichen beschränkten menschlichen Erkenntnis entspringend. Dem Sinne, der das Gefühl für die Tiefenempfindung übermittelt, hat man viele Namen gegeben. Man nennt ihn Muskelsinn, Sinn der tiefen Teile, für Druck und Zug der tiefen Teile, Sinn für Lage der Glieder, stereognostischen Sinn, Innensinn. Ich werde ihn in der Folge einfach Innensinn oder Muskelsinn nennen, wodurch ich sein Wirkungsgebiet durchaus nicht beschneiden möchte, sondern voraussetze, daß er alle die Empfindungen vermittelt, die, durch Druck und Zug ausgelöst, dem Gehirn von der Lage der tiefen Teile gegeneinander zugehen.

Digitized by Google

Die Wirksamkeit eines solchen Innensinns ist nicht eine bloße Annahme. Sie entspricht durchaus den Tatsachen. Es gibt Kranke, die alle Sinne haben, aber gerade diesen verloren haben. Sie können wohl noch Arm und Beine bewegen, die Muskeln haben ihre Kraft wie früher, aber sie wissen nicht, wo ihre Arme und Beine sind, wenn sie es nicht zufällig sehen. Die Bewegungen sind ungeregelt, ausfahrend. Jedermann hat ja solche Kranke schon gesehen. Mit klatschenden, stampfenden Schritten schreiten sie voran und verfolgen ihre Bewegungen ängstlich mit den Augen. Die Augen ersetzen den Muskelsinn, der Mann geht auf den Augen. Es gibt Kranke, die nur auf einer Seite den Muskelsinn verloren haben. Verbinde ich einem solchen die Augen, bringe seinen kranken Arm in irgendeine — etwa erhobene — Stellung, in der er (die Kraft ist ja da) von dem Kranken festgehalten wird, und fordere ihn auf, mit der gesunden Hand die kranke zu berühren, so tritt das kaum Glaubliche ein, daß er seine Hand absolut nicht finden kann. Er sucht sie an der kranken Seite, sie ist nicht da, vor dem Leib, hinten, nirgends ist sie zu finden. Bis er auf die schlaue Idee verfällt, die Schulter zu suchen und von da über den Arm nach der Hand sich hinzutasten.

Dieser Muskelsinn spielt für uns eine ungeheure Rolle und wir werden ihm noch oft begegnen. Hier einige Beispiele, die uns seine Bedeutung klar machen: Auf meine ausgestreckte Hand legt mir jemand ein silbernes Fünfmarkstück und in demselben Augenblick sage ich: das ist falsche Münze, weil es zu leicht ist. Zu leicht? Ich habe die Münze in der Hand gewogen. Was ist dieses Wägen? Nichts anderes als eine Abschätzung des Drucks, den die tiefen Teile auszuhalten haben, ein Ausdruck für die Kraft, mit der die Muskeln angestrengt werden. Wieviel ein echtes Fünfmarkstück wiegt, d. h. welche Muskelanstrengung nötig

Digitized by Google

ist, um dieses in bestimmter Lage zu halten, das habe ich im Gedächtnis. So sehr im Gedächtnis, daß, wenn ich mich anschicke, ein Fünfmarkstück anzunehmen, die Muskeln unbewußt ganz genau auf den Grad der zu dieser Tätigkeit nötigen Anspannung gestrafft werden. Hier habe ich einen Block von Aluminium, kindskopfgroß. Ich lege ihn einem Ahnungslosen auf die Hand, die sogleich in die Höhe schnellt, und in schallender Heiterkeit löst sich der Kontrast zwischen Erwartung und Wirklichkeit. Er hatte den Block für sehr schwer gehalten und stellte auf diesen geschätzten Gewichtsdruck seine Muskeln so ein, daß sie den Gegendruck nach oben leisteten. Aber es kam eben anders. Zu jedem Handgriff, jeder Tätigkeit, die wir ausführen wollen, richten wir schon vorher unsere Muskeln ein. Den Grad der Einstellung haben wir im Gedächtnis. Mit welch staunenswerter Präzision der Muskelsinn funktioniert, sehen wir an dem Sänger, der „treffsicher" jeden Einsatz findet, d. h. auf jeden gewollten Ton die ungeheure Zahl von Kehlkopf-, Zungen- und Mundmuskeln ohne Probieren richtig einstellt. — Sehr wertvolle Dienste leistet uns der Muskelsinn bei der Tätigkeit unserer Augen. Das Auge ist ein photographischer Apparat und auch genau so konstruiert. Will der Photograph etwas auf die Platte bringen, so muß er den Apparat einstellen, je nach der Entfernung, um ein deutliches Bild zu erhalten. Dieses Einstellen bewirkt er durch Schrauben. Und wenn er seinen Apparat genau kennt, so kann er schon aus der Schraubenstellung sehen, auf welche Entfernung der Apparat eingestellt ist, oder auch umgekehrt, wenn ein deutliches Bild auf der Mattscheibe zu sehen ist, in welcher Entfernung der Gegenstand sein muß. In der Augenkamera ist's ebenso. Nur sind hier die Schrauben Muskeln. Und da wir unsern Apparat durch gewaltige Übungen genau kennen gelernt haben, da wir auch in jedem Augenblick über die Tätigkeit der Muskeln, die die Ein-

Digitized by Google

stellung besorgten, durch den Muskelsinn genau orientiert sind, so können wir mit Sicherheit sagen, wenn wir einen Gegenstand klar und deutlich sehen, wie weit er entfernt ist. Nur in der Ferne verliert sich — wie beim photographischen Apparat — diese Sicherheit, man muß sich dann auf mehr oder weniger genaue Schätzung verlassen. Der Muskelsinn liefert uns die wertvollsten Aufschlüsse zur Orientierung im Raume. Er sagt uns, wo, wie groß und wie weit entfernt die Dinge sind, die das Auge sieht.

In unendlich vielen Variationen können wir unsere Muskeln bewegen. Es will uns kaum in den Sinn, daß jede Bewegung, jede Kombination von Bewegungen, von uns so lange geübt ist, bis es „klappt". Tatsächlich müssen selbst wir Erwachsene solche Bewegungen, die wir noch nicht ausgeführt haben, üben. „Übung macht den Meister." Auch wir großen Leute greifen bei jeder neuen, ungeübten Tätigkeit noch vorbei, es bewegen sich eine Menge Muskeln mit, die bei dieser Sache nichts zu tun haben. Die ganze Bewegung erscheint ungeschickt und linkisch, und weil das, was wir wollen, nicht mit unserer Leistung übereinstimmt, und weil der Muskelsinn immer wieder sagt: so ist's noch nicht richtig, sind wir unbefriedigt, ärgerlich. Solange wir zu der Bewegung nicht nur die nötigen, sondern auch eine ganze Reihe überflüssiger Muskeln in Bewegung setzen, unnötig viel Kraft aufwenden, ermüden wir selbstverständlich auch leicht. Das ist die unerwünschte Beigabe der „ungewohnten" Arbeit. Der Erfolg der Übung ist eine fein abgestufte Regulierung der einzelnen Muskeltätigkeiten. Dadurch gewinnt die Arbeit an Kraft und Ausdauer. Aber die Übung bringt noch mehr Vorteile: die Bewegung wird freier, lockerer, weil die sich gegeneinander, gegen Sehnen und Bindegewebe verschiebenden Muskeln feste Verwachsungen und Verbindungen allmählich lösen. Die beteiligten Muskeln selbst nehmen zu an leistungsfähigem Gewebe. Dem

Digitized by Google

Schmied lese ich es an den am Arm vorquellenden Muskelbäuschen ab, daß er in langgeübter harter Arbeit seine Muskeln sich verdient hat. Die Hühner haben dickes Muskelfleisch an den Schenkeln, die dem Flug angepaßte Brustmuskulatur ist winzig, dagegen hat die Schwalbe mächtige Brustmuskeln und dünne, dürre Beine. So entsprechen überall in der Natur die Muskeln genau der von ihnen geleisteten Arbeit. Und wenn die Muskeln tätig sind, hat das gleichzeitig auch seinen Einfluß auf die anderen Bewegungsorgane. Übung macht die Knochen länger. Ein Briefträger hat — nach jahrelanger Tätigkeit — tatsächlich längere Beine (im Verhältnis zur Gesamtgröße), als der Schneider. Und wo die Muskeln sich am Knochen ansetzen, da prägen sich durch den dauernden Zug der viel gebrauchten Muskeln die Zuglinien besonders stark ab, in Leisten- und Knochenvorsprüngen, zuweilen sogar in hinderlichem Übermaß, wie bei den sog. „Reitknochen" der Kavalleristen. Die elastischen Sehnen werden durch Übung starr und fest — es würde ja durch die elastische Ausdehnung eine Menge Arbeit dauernd unnötig verbraucht werden — und Kalk und Knorpel werden in den Sehnen abgelagert, um sie hart zu machen und zu versteifen. In den Gelenken nimmt die Beweglichkeit und der Grad der Bewegungsmöglichkeit zu: man betrachte einmal, welche unglaublichen Verrenkungskunststückchen ein Klaviervirtuose mit seinen Fingern fertig bringt. Mangel an Übung und an Bewegung versteift im Gegenteil die Gelenke: wenn ich Jemandes Finger zwei Monate durch einen Gipsverband festlege, dann gebraucht er mindestens zwei Jahre, um sie durch Übung wieder in den früheren Stand zu bringen. Auch die Bewegungen werden ungeschickt durch mangelnde Übung, „man ist aus der Übung gekommen" soll heißen, daß man eine beabsichtigte, früher gewohnte Bewegung nicht mehr mit demselben Maß von Geschicklichkeit, Kraft und Ausdauer leisten kann. Das rührt daher, daß

Digitized by Google

die zu der Bewegung in freiem, wechselvollem Spiel tätigen Muskeln inzwischen einzeln oder zu mehreren in andere Verhältnisse und Kombinationen eingetreten sind, oder, wenn sie ganz ruhten, arbeitsunfähig geworden sind. Denn streng befolgt der Organismus das harte Prinzip: wer nicht arbeitet, soll auch nicht essen. Und was nicht ißt, nicht von dem lebenbringenden Blut genährt wird, geht unter, wird untüchtig. So der Muskel. Die Fasern werden durch Untätigkeit dünner und schwächer, eine nach der andern wird als überflüssig eingeschmolzen, und das Resultat ist ein dürres Muskelbündelchen da, wo man am tätigen Glied ein saftiges, kraftstrotzendes Muskelfleisch antrifft. Aber ganz läßt der Organismus seine Muskeln auch bei absoluter Untätigkeit nicht zugrunde gehen, selbst dann nicht, wenn in Generationen die Muskeln nicht gebraucht worden sind, ja überhaupt nicht mehr gebraucht werden können. So finden wir dann beim Menschen die rätselhaften Muskelreste zur Bewegung der Ohren — die ja den Hunden sehr wertvolle Dienste leisten — zur Bewegung der Haut — das Pferd verjagt mit ihnen die Fliegen — und an vielen anderen Stellen. Es ist so, als hinge der Körper mit zärtlicher Liebe an allem, was er in hartem Anpassungskampf sich einmal erworben hat, als hebe er sich auch das geringste Restchen auf, weil es vielleicht doch einmal wieder Verwendung finden könnte.

Je mehr wir eine Bewegung üben, d. h. je öfter sie wiederholen mit dem festen Willen, sie besser zu leisten, desto geschickter wird sie. Zuletzt geht es wie „geschmiert", sie geht vonstatten, auch ohne daß wir unsere Aufmerksamkeit darauf richten. Da wir jeweilig nur einer Sache unsere Aufmerksamkeit zuwenden können, so können diese automatischen Bewegungen, einmal in Betrieb gesetzt, neben Willenshandlungen ganz mechanisch verlaufen. Der ABC-Schütze malt aufmerksam Grund- und Haarstrich und Buchstaben

Digitized by Google

für Buchstaben. Wir Erwachsene schreiben so automatisch, daß fast niemand die Frage zu beantworten weiß, ob er die „i"-Punkte sofort aufsetzt oder nach Beendigung des Wortes. Der Klavierspieler liest bei seinen Fingerübungen die Zeitung. Ja, so automatisch können selbst recht komplizierte Handlungen ablaufen, daß sie auch unfreiwillig vor sich gehen. Dazu fällt mir ein Witz aus den „Fliegenden Blättern" ein. Die pfiffige Bäuerin war ärgerlich über ihren unsoliden Ehemann und da alles Predigen nicht hilft, spielt sie ihm eines Abends einen bäurisch-pfiffigen Streich. Von den 3 Treppenstufen des Hauses entfernt sie eine und setzt auf die oberste Stufe einen Zuber mit Wasser. Nach alter süßer Gewohnheit, so hofft sie, wird ihr Mann die drei Stufen mechanisch abschreiten, also bei der letzten ins Wasser purzeln. Wie sie eben mit der Arbeit fertig ist, hört sie ihren Mann kommen, im triumphierenden Vorgegefühl der Schadenfreude stürmt sie ins Haus: pardauz, da liegt sie selbst im Wasser! Ja, die dritte Stufe!

Das ist die Macht der Gewohnheit, der wir alle unterliegen. Es fehlte noch, daß wir auf unser Gehen und die Vorrichtungen unseres täglichen Lebens unsere Aufmerksamkeit richteten. Wir würden dadurch so in Anspruch genommen sein, daß wir zur Arbeit und beruflicher Tätigkeit gar keine Zeit hätten. Wir kennen die Wege und Türen in unseren Wohnungen und können uns im Finstern zurechtfinden. Wenn wir eine Reihe gleicher automatischer Bewegungen vornehmen wollen, brauchen wir uns nur auf die erste einzurichten, dann gehen die anderen von selbst in derselben Weise vor sich. In meinem elterlichen Hause war die oberste Stufe einer Treppe etwas kürzer als die anderen: jeder Fremde, der diese Treppe erstieg, stolperte an dieser Stufe infolge des Automatismus. Das kam uns Kindern natürlich sehr komisch vor.

Also unsere sämtlichen willkürlichen Bewegungen müssen

Digitized by Google

geübt werden. Diese Übung, sehr oft wiederholt, kann eine Automatie der Bewegung zur Folge haben, d. h. die Erregung, die von unserem Willen auf die Muskeln geleitet wird, und die ursprünglich mit großen Schwierigkeiten bei der Ausführung zu kämpfen hat, mit ungewollten Bewegungen anderer Muskeln, Steifigkeit der Glieder usw., geht jetzt ohne Anspruch auf unsere Aufmerksamkeit „von selbst“ durchaus zweckmäßig vonstatten.

Kehren wir noch einmal zu unserem zarten Menschenkinde zurück. Der kleine Mann ist eben 1 Jahr alt geworden, und ist in seiner süßen Täppigkeit der Stolz und die Freude seiner Mutter. Sehen kann er jetzt alles, er hat seine helle Freude, wenn man ihm seinen Hanswurst zeigt, er greift mit seinen Patschhändchen ziemlich sicher, strahlend vor Stolz rühmt die unermüdliche Mutter, daß er auch allein gehen könne. Diese pièce de résistance wird uns jetzt vorgeführt. Mit ausgebreiteten Armen, hockend und lockend, verleitet ihn die Mutter zum Experiment. Und richtig, der Sprößling macht sich reisefertig. Er läßt sich vom Stühlchen los, an dem er stand, und segelt jetzt mit tausend Masten in die Arme seiner Mutter. Aber w i e geht er! Die Füßchen ganz breit auseinandergestellt, gerade nach vorn gerichtet, wackelt er von einer Seite zur anderen, mit ganz kleinen wohlüberlegten Schritten. Dabei hält er die gebeugten Ärmchen nach vorn erhoben und mit der Situation angemessener ernster Aufmerksamkeit kontrolliert er den Weg mit den Augen, die er 1—2 Meter vor sich auf den Boden heftet. Plötzlich hält er in seiner beschwerlichen Reise inne, er streckt seine Ärmchen noch etwas weiter vor, macht ein sehr ernstes, ängstliches Gesicht, wackelt einigemal vorwärts und rückwärts — patsch, sitzt er auf einem weichgepolsterten Körperteil. — Ja, das Gehen ist eine schwere, sehr schwere Kunst!

Dieser kleine Erdenbürger muß noch üben, sehr viel

Digitized by Google

üben, bis er sich gewandt und sicher im Gleichgewicht halten kann. Üben, um seine Muskeln dem jeweiligen Gleichgewicht anzupassen. Denn in jedem Augenblick verschiebt sich schon beim Gehen der Schwerpunkt. Solange ist der Körper im Gleichgewicht, als er über der Unterstützungsfläche unserer Füße bleibt. Die vierfüßigen Tiere haben es viel leichter, sich im Gleichgewicht zu erhalten, weil ihre Unterstützungsfläche so groß ist. Das junge Hühnchen hält sich im Gleichgewicht, weil die schwierige Kunst der Balancierung als

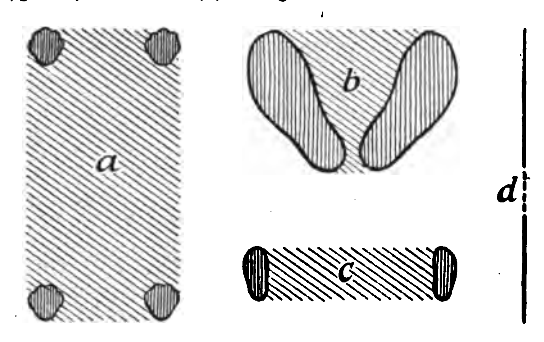


Fig. 7. **Unterstützungsflächen**
a) **vom Hund,** b) **vom stehenden Menschen,** c) **von einem gehen lernenden Kinde,** d) **vom Drahtseilkünstler.**

Instinkt vererbt ist, dafür verzichtet es aber darauf, die Kunst der Gleichgewichtserhaltung auch für andere Situationen zu erlernen. Wir Menschen können kriechen, schwimmen, auf Stelzen gehen, klettern, bergsteigen, reiten, radfahren, ja auf den Händen gehen lernen. Das Huhn lernt zu dem Stehen und Laufen nichts hinzu. Jede Gleichgewichtserhaltung für bestimmte Situationen will erlernt, geübt sein. Wir Erwachsene müssen uns üben, wenn wir über einer kleineren Unterstützungsfläche uns bewegen wollen. Es muß geübt sein, über ein schmales Brett zu gehen, noch mehr, auf dem Drahtseil seine Künste zu produzieren. Die Gleich-

Digitized by Google

gewichtserhaltung ist bei den alltäglichen Verrichtungen so automatisch geworden, daß wir uns der Mühe gar nicht bewußt sind, die das Erlernen gekostet hat, und so selbstverständlich, daß wir es gar nicht der Mühe für wert halten, darüber nachzudenken, wie unser Körper das große Kunststück der Balancierung fertig bringt. Was für Gleichgewichtskünstler wir sind, können wir täglich beobachten. „Unwillkürlich" paßt sich jeder Mensch sogar verzwickten Situationen an: der Gärtner, der den wassergefüllten Eimer in einer Hand trägt, neigt sich automatisch nach der anderen



Fig. 8—10. Gleichgewichtserhaltung (nach Harleß).

Seite und hebt den anderen Arm. Der Mann mit der Last auf dem Rücken beugt sich vornüber, der Musiker mit der großen Trommel neigt sich nach hinten. Und je nach dem Weg, auf dem wir gehen, richten wir unser Gleichgewicht und unsere Bewegungen ein.

Aber wie tun wir das? Wie erfahren wir, ob wir im Gleichgewicht sind? Wenn wir das erst bemerkten, wenn es gestört ist, dann würden wir immer wieder die Bekanntschaft des Erdbodens machen. Die Zunft der Seiltänzer gäbe es nicht mehr, weil jeder den Hals gebrochen hätte. Wir müssen in uns ein Organ haben, das uns die geringsten Schwankungen des Schwerpunktes anzeigt, und

Digitized by Google

dem Körper — ohne unser Wissen — Anweisungen gibt, was er zu tun hat. Schon bei den ersten Gehversuchen des jungen Sprößlings sehen wir, daß er es merkt, wenn er aus dem Gleichgewicht kommt. Er merkt es, aber er weiß sich noch nicht zu helfen, er hat seine Muskeln noch nicht genügend in der Balancierung geübt. Schon das Neugeborene hat ein Gefühl für Gleichgewicht; wenn wir ein eben geborenes Menschenkind plötzlich aus der senkrechten in die wagerechte Lage bringen, so sehen wir, wie das Gesicht einen ängstlichen Zug annimmt, und hilflos tappen die Ärmchen nach rechts und links, als ob sie sich halten wollten.

Also, daß wir Menschen es merken, ob wir im Gleichgewicht sind, das ist zweifellos. Aber wie, das ist die Frage.

Unser Gleichgewicht ist natürlich durch die Schwerkraft, die Anziehungskraft der Erde bestimmt. Wie wirkt sie auf den Körper? Bei der Wage, die ja auch die Aufgabe hat, Gleichgewichte herzustellen, haben wir einen Zeiger, die Zunge. Einen solchen Zeiger müssen wir auch haben und haben wir auch im Kopf. Tief im Knochen eingebettet, mit dem inneren Ohr verbunden, liegt ein Organ, das, wie jetzt allgemein anerkannt ist, mit dem Hören nichts zu tun hat, das häutige Labyrinth, bestehend aus den drei Bogengängen und dem Vorhof. Das ist unser „Zeiger", unser Gleichgewichtsorgan.

Die Bogengänge fehlen bei den niederen Tieren, Fischen z. B. vollständig, der Vorhof ist aber vorhanden. Wenn man Fischen dieses Organ zerstört, schwimmen sie bald auf dem Rücken, bald auf der Seite. Sie können sich also nicht mehr senkrecht stellen. Warum? In dem Vorhof sind einige Steinchen, die natürlich, von der Schwerkraft angezogen, unten liegen. Sowie der Fisch sich etwas neigt, drücken die Steinchen auf andere Stellen und der Fisch bemüht sich, sie sofort wieder in die richtige Lage zu bringen, also schwimmt er wieder senkrecht. Einen prächtigen Versuch

Digitized by Google



Fig. 11. Das Gehörorgan in schematischer Darstellung (nach Eschner, Anatomische Wandtafeln, Verlag von F. E. Wachsmuth-Leipzig).

1. Ohrmuschel. 2. Aeußerer Gehörgang. 3. Trommelfell. 4. Paukenhöhle. 5a. Hammer am Trommelfell angewachsen. 5b. Ambos. 5c. Steigbügel, am ovalen Fenster befestigt. 6. Ovales Fenster. 7abc. Labyrinth und zwar: a. Vorhof, b. Bogengänge, Schnecke (links unten aufgeschnitten gezeichnet). 8. Rundes Fenster. 9. Ohrtrompete.

Digitized by Google

machte Dr. Kreidl mit Krebsen. Auch diese haben Vorhof mit Steinchen. Und sie benutzen als solche Steinchen Sandkörner. Wenn sie sich häuten, werden die Sandkörnchen mit entfernt und die Krebse müssen sich neuen Sand in die Ohren bringen. Kreidl setzte sich häutende Krebse in sandfreies Wasser, und gab Eisenstaub hinein. Also steckten die Krebse sich Eisen in die Ohren. Und wenn er jetzt einen Magneten näherte, so wurden die Hörsteinchen von ihm angezogen. Der Krebs suchte sein „Gleichgewicht" herzustellen und schwamm je nach der Richtung des Magneten bald auf dem Rücken, auf der Seite, wie man's haben wollte.

Solche Hörsteinchen besitzen wir Menschen auch im Vorhof des Labyrinths. Danach wissen auch wir immer, in welcher Lage zur Erde wir uns befinden. Freilich ist das zunächst nur für den Kopf richtig, aber weil wir — durch unsern Muskelsinn — in jedem Augenblick wissen, wo uns der Kopf steht, wissen wir mittelbar von dem ganzen Körper, ob wir uns im Gleichgewicht befinden. Das Gleichgewichtsgefühl telegraphiert fortwährend dem Gehirn (Kleinhirn), wie es mit dem Gleichgewicht steht, und dieses hält fortwährend seine Muskeln in Tätigkeit, um jede Schwankung sofort zu beseitigen.

Das Gleichgewichtsgefühl hat seine Kontrolleure. Ich stehe hier gerade im Zimmer, natürlich im Gleichgewicht. Und meine Augen bestätigen, daß ich im Gleichgewicht bin: vor mir die Wand mit Bildern, hier zur Rechten der Stuhl. Ich fühle den Widerstand des harten Fußbodens unter mir als Druck auf die Fußsohlen und mit dem Muskelsinn, als den Druck, mit dem meine Knochen aufeinander gepreßt werden. Und dieser „Innensinn" sagt auch befriedigt: alles in Ordnung. Und auch das Ohr, das die Uhr links an der Wand ticken hört, gibt sein kleines zustimmendes Urteilchen mit Befriedigung ab.

Wenn nun der Vorhof mit den Steinchen fehlt, der

Digitized by Google

Zeiger des Gleichgewichts? Dann müssen eben die übrigen Kontrolleure ihre Pflicht tun. Dann verläßt sich der Körper auf die Augen und den „Innensinn“. Es gibt Taubstumme — nicht alle, aber etwa die Hälfte — bei denen dieses Organ zerstört ist. Sie können ihr Gleichgewicht wohl noch behaupten, aber sehr schwierig. Sie können z. B. nur sehr schwer auf einem Bein stehen. Wenn ein Taubstummer badet, so „trägt“ das Wasser und mit dem Auftrieb des Wassers hört der Druck der Muskeln und Gelenke gegeneinander auf, der Innensinn fehlt. Also müssen sie sich auf die Augen verlassen. Jetzt lassen wir sie mit geschlossenen Augen tauchen. Und in demselben Augenblick verlieren sie jede Orientierung. Sie wissen nicht, wo sie sind, zappeln ängstlich mit Armen und Beinen, bis sie auftauchend die Augen öffnen und mit einem Seufzer der Erleichterung die Errettung aus großer Gefahr erkennen (James).

Wozu sind aber die Bogengänge da? Sie übermitteln dem Gehirn das Gefühl der Bewegungen. Es sind drei kreisrunde Röhrchen, an deren Innenwänden feine Härchen. Und in den Röhrchen etwas Flüssigkeit. Bewegen wir uns vorwärts, so bewegt sich die Flüssigkeit auch und meldet dem Gehirn: rasche Bewegung in gerader Richtung nach vorn. Und das Gehirn telegraphiert den Muskeln solange, was zu machen ist, bis der Muskelsinn und der Innensinn zurückmelden: Befehl ausgeführt. Und das Auge bestätigt, daß alles in Ordnung ist. Drei Bogengänge sind da: in jeder Hauptrichtung einer, aneinanderstoßend wie die drei Seiten an einer Kistenecke, sodaß keine Bewegung gemacht werden kann, die nicht in den Bogengängen gespürt würde.

Wir wollen sehen, wie sich das in der Wirklichkeit macht: Ich stehe auf der hinteren Plattform eines elektrischen Wagens. Plötzlich zieht der Wagen an. Denken wir, eine Figur aus Kitt stände neben mir, der arme Kerl fiele

Digitized by Google



Fig. 12. Labyrinth der Taube (stereoskopisch) nach Ewald.

Man betrachte das an einem hellen Platz liegende Bild mit einem stereoskopischen Apparat.

Digitized by Google

Digitized by Google

rückwärts über die Brüstung, weil beim Anziehen die Beine zunächst gezogen würden, und der Körper zurückbliebe. Genau so geht es mir zuerst auch, wenn der Wagen plötzlich anzieht. Ich falle zunächst mit dem Oberkörper etwas zurück. Und im Moment findet folgender Depeschenwechsel statt: Bogengänge melden dem Gehirn: Bewegung nach vorn, der Innensinn telegraphiert mit dem Auge: keine eigene Bewegung, sondern Beine werden auf fester Unterlage gezogen. Darauf das Gehirn: die vorderen Leibmuskeln haben in geringem Grade anzuziehen. Ich merke von diesem Depeschenwechsel nichts, ich merke nur, daß ich einen Augenblick etwas zurückfiel, im nächsten Augenblick habe ich mein Gleichgewicht. Mit diesem Gleichgewicht könnte ich im Zimmer nicht stehen, ich würde vornüber fallen, nur in dem bewegten Wagen. Der Wagen saust. Jetzt fährt er etwas langsamer: ich neige mich vornüber, weil gegen die r a s c h e Bewegung meine Leibesmuskeln angezogen waren. Plötzlich fährt er schneller, ich bin noch nicht darauf eingerichtet und pendele nach hinten. Eben läuft ein Kind vor dem Wagen her. Ruck, wird gebremst. Und die ganze Gesellschaft im Wagen purzelt nach vorn. Auf diese plötzliche Bewegungsstörung war das Gleichgewicht nicht eingerichtet. Jetzt setzt sich der Wagen wieder in Bewegung und ich studiere schmunzelnd, wie die anderen Fahrgäste unbewußt nach rechts und links, nach vorn und hinten pendeln. Sogar das Mädchen, das übermüdet eingeschlafen ist. Der Wagen fährt langsamer und langsamer (Telegramm ans Gehirn; Drahtantwort: Rückenmuskeln vor!) Jetzt hält er still, und ich pendele wieder nach rückwärts. — Ich las jüngst, daß ein Soldat beim Einfahren in die Station auf der Plattform sich aufhielt, und beim Halten des Zuges hinten über die Brüstung fiel und getötet wurde. Sein Gleichgewicht war demnach schon auf „langsame Fahrt, rückwärts bremsen“ eingestellt.

Digitized by Google

Bei jedem Gleichgewicht kommt es darauf an, daß dem Gehirn Meldung erstattet wird von dem „Zeiger", dem Labyrinth, daß das Gehirn danach die nötigen Muskeln in Betrieb setzt und daß dann der „Innensinn" und das Auge dem Gehirn eine Meldung machen, die mit der des Labyrinths vollständig übereinstimmt.

Nun giebt's freilich Fälle, wo das Gehirn mit dem besten Willen keine Befehle an die Muskeln erteilen kann, denn die Meldungen, die vom Labyrinth kommen, sind so widersprechend, daß einfach nichts zu machen ist. Man fährt auf dem Schiff. Solange man die Küste noch im Auge hatte, ging es noch ganz leidlich. Aber jetzt kommt die hohe See: Nun telegraphieren die Bogengänge: Bewegung des Kopfes nach rechts und vorn, der Beine nach links seitlich und unten, nein, nach rechts oben usw. in jedem Augenblick schwankend je nach den Schwankungen des Schiffes, und in einem fort schreit der Vorhof: aber das Gleichgewicht stimmt gar nicht. Und das Gehirn gibt wechselnde Befehle, jetzt so, nun wieder so, alles falsch und voller Widerspruch; klatsch, liegt man da, wenn man sich nicht energisch festhält. Wie sich so komisch alles vor den Augen dreht, flimmert und tanzt. Man fühlt sich unsäglich elend, jämmerlich übel. Man meint, man hätte es im „Magen", und trinkt Magenbitter. Ach, nein, die Seekrankheit sitzt nicht im Magen, sie hat ihre tieferen Ursachen: die Muskeln können sich der raschen Gleichgewichtsänderung nicht anpassen. Die Seekrankheit ist eine Bewegungskrankheit, ein Versagen der Gleichgewichtseinstellung auf die komplizierten Anforderungen des unter den Füßen schwankenden, schwebenden, steigenden, fallenden Fußbodens.

Immer, wenn Differenzen entstehen zwischen den Meldungen und den Befehlen des Gehirns, empfinden wir das sehr unangenehm, als Unbehagen und Schwindel.

Einige alltägliche Beispiele: Es gibt Menschen, deren

Digitized by Google

Innensinn zerstört ist (bei Tabes z. B.). Die Muskeln können dem Gehirn nicht melden, wie sie zusammengezogen sind, die Glieder nicht, in welcher Lage sie sich befinden. Alle diese Meldungen übernimmt jetzt das Auge allein, das sich in der Kontrolle der Muskeln eine außerordentliche Fertigkeit durch übung aneignet. Diese Patienten dürfen beim Gehen keinen Blick von dem Boden wenden, sie benützen ihre Augen als Krücken. Ich lasse solchen Mann die Augen schließen. Das geht einen Augenblick, dann fängt er an zu schwanken, erschreckt reißt er die Augen auf, hält sich ängstlich an und würde umfallen, wenn ich ihn nicht hielte.

Das Gleichgewichtsorgan hat er, das Gehirn telegraphiert auch den Muskeln, aber sie fühlen nicht, wie weit sie sich zusammengezogen haben, und wieviel sie noch müssen. Sie können nicht zurücktelegraphieren. Bei allen Bewegungen sehen die Augen nach dem Rechten. Wenn die auch noch fehlen, dann hört alles auf.

Ein Bild aus dem normalen Leben: Ich fahre im Eisenbahnzuge und sehe durch das Fenster Felder und Wälder an mir vorüberfliegen. Der Zug hält auf einer größeren Station. Auf dem Nebengeleise hält ein anderer Zug. Jetzt bewegt sich etwas, ist es unser Zug oder der andere? Meine voreiligen Augen telegraphierten schon dem Gehirn, wir fahren weiter. Und das Gehirn gibt den Muskeln Anweisung. Ich beuge mich schon vornüber. Aber ich fühle, es stimmt irgend etwas nicht (das Labyrinth telegraphierte schon längst: alles nicht wahr), mir wird so merkwürdig unbehaglich, fast übel, da sehen meine Augen das Stationsgebäude stille stehen und die Menschen auf dem Bahnhof. Der andere Zug war's, der sich bewegte. Na also, jetzt habe ich Ruhe. Viel Lärm um nichts.

Vor einigen Jahren waren auf Jahrmärkten sog. Illusionsschaukeln zu sehen. Man bezahlte seinen Obolus, ging

Digitized by Google

hinein und saß in einem Zimmer in der Schaukel Die Schaukel wurde in Bewegung gesetzt. Sie schaukelte immer höher, schließlich überschlug sie sich, fuhr noch einigemal langsam, dann stieg man aus. Das Überschlagen war nicht nötig, vorher war es schon manchem schlecht geworden. Und doch hatte man während der ganzen Zeit still gesessen. Das Zimmer war so konstruiert, daß es sich um die Schaukel drehte. Das Gleichgewicht sagte hier mit dem Muskelsinn: alles in Ordnung, aber das Auge wurde in hinterlistiger Weise getäuscht, es meldete dem Gehirn: wir bewegen uns in der Schaukel, und trotz des Widerspruches der Genossen wurden die Muskeln in Bewegung gesetzt. Resultat dieser Konfusion: die Übelkeit, wenigstens das Unbehagen der Teilnehmer, trotzdem nichts, absolut nichts mit ihnen passierte. Diejenigen, die die Augen geschlossen halten, spüren von dem Unbehagen natürlich nichts.

Dasselbe passiert, wenn die Augen aus anderen Gründen getäuscht werden. Wenn z. B. bei Augenmuskellähmungen oder Sehstörungen die Augen nicht mehr imstande sind, ein deutliches Bild von Größe und Entfernung der Gegenstände zu geben, wenn sie nicht einmal mehr sagen können, ob die Bilder in Ruhe oder Bewegung sind. So wird uns schwindlig, wenn wir eine starke Brille auf die Nase setzen, durch die wir nur Umrisse von Personen und Sachen, aber alles undeutlich erkennen, und das Maß der Entfernung gar nicht beurteilen können.

Ein anderes Bild. Wenn wir von einem hohen Sprungbrett ins Wasser springen, so haben wir ein sehr unangenehmes Gefühl des Fallens. Dieses Gefühl rührt davon her, daß der Druck auf festem Boden fehlt. — Wir sitzen im Lift. Der Boy läßt uns hinunter fahren. Auch hier wieder das eklige Gefühl des Fallens, weil die Unterlage sinkt. Hilft nichts, daß das Auge und das Labyrinth melden: alles in Ordnung. Der Innensinn sagt, es ist nicht

Digitized by Google

so und uns Menschen wird's in der Hilflosigkeit unbehaglich. Wir freuen uns, wenn der Lift hart aufstößt, uns die Festigkeit des Untergrundes recht plausibel macht und das erschütterte Vertrauen auf unseren Innensinn uns wiedergibt.

Es wird jemand chloroformiert. Er ist noch nicht ganz eingeschlafen, aber hat nur noch unbestimmte Vorstellungen von dem, was geschieht. Plötzlich greift er in die Luft, reißt ängstlich die Augen auf und sieht erregt die fremde Umgebung hilflos fragend an. Hinterher meinen Narkotisierte, dieses Stadium sei das Unangenehmste der Narkose gewesen. Sie glaubten zu schweben, weil das Gefühl zuerst betäubt war und der Druck auf den Tisch nicht empfunden wird. Ähnliches erlebt man beim Einschlafen im Halbtraum.

Warum werden soviel Leute schwindlig, wenn sie vom hohen Kirchturm über die sichere Brüstung auf das Ameisengewimmel der Menschen in der Tiefe sehen? Natürlich sind die Augen schuld, denn wenn sie geschlossen werden, hörte der Schwindel sofort auf. Aber warum? Wo wir auch gehen und stehen, immer gehen unsere Augen voran und ebnen den Weg. Unaufhörlich melden sie: Achtung, Stufe! Vorsicht, glatt! Boden weich! sanfte Neigung! usw. und danach richten wir unsere Schritte. Wir gehen danach anders übers Glatteis, als durch eine Pfütze, anders über eine ebene Straße als über ein Brachfeld. Und die Augennachrichten stimmen mit den Nachrichten des Muskelsinns überein. Wenn wir stehen und gehen und wo wir auch gehen mögen, immer erhalten Auge und Innensinn die Nachricht vom Boden. Und beide sind einig, daß er hart und unnachgiebig unter den Fußsohlen ist. Nun steht man auf dem Turm. Man fühlt den festen Boden unter den Füßen, aber die Augen, die sonst in 1—2 Meter Entfernung auf dem Boden Halt finden, sind nicht auf den festen Boden, den wir fühlen,

Digitized by Google

eingestellt, sondern schweifen nach unten in weite Ferne. Das Gehirn empfindet das als etwas, das nicht zusammenpaßt. „Tiefe Entfernung nach unten gibt's nicht", sagt das Gehirn, weil der Mensch solche Situationen als gefährlich oder zu unbequem zu erreichen möglichst meidet. Müßten wir auf Bäume klettern, oder wie die Gemsen auf „schwindelnden" Höhen hausen, wir würden dann nicht schwindlig. Es bedarf nur geringer Übung, um sich für Bergeshöhen schwindelfrei zu machen.

Ob es die Augen sind, oder der Innensinn oder das Labyrinth, die dem Gehirn falsche Meldungen von der Außenwelt bringen, immer ist das Resultat der Konfusion ein Unbehagen, ein Gefühl der Unsicherheit, des Nichtkönnens, das als Schwindel sich offenbart und bei dauernder Unfähigkeit, die Situation zu entwirren, zu Erbrechen, Ohnmacht, Collaps führen kann.

Ein Ballsaal. Überreiche Fülle von Licht flutet von den elektrischen Leuchtern und glänzt in zarten Farbentönen auf den Toiletten der Tänzerinnen. Ich tanze Walzer. Die Musik spielt eine berauschende, schmeichelnde Melodie. Die heiße Luft, der bunte Lichterglanz, die Musik, das Summen der Stimmen, der Rhythmus der Bewegungen, alles wirkt zusammen, eine wohlige Stimmung zu erzeugen. Ich bin vergnügt, und unterhalte mich im angenehmsten Gespräch mit meiner liebenswürdigen Partnerin. Trotzdem bei der kreisenden Bewegung die Orientierung der Augen sehr erschwert ist, gleiten wir sicher über das spiegelglatte Parkett, weichen gewandt den Mittänzern aus. Und wir tanzen weiter nach der weichen, glatten Musik. Aber wie? Drehen sich nicht die Gegenstände schneller um mich, als es unserer Bewegung entspricht? Ja, wirklich. Und was ist mit mir selbst? Ich muß mich in acht nehmen, will ich nicht fallen. Da stoße ich ungeschickt gegen ein anderes tanzendes Paar. Jetzt, — dieses Malheur, trete ich meiner

Digitized by Google

Tänzerin ungeschickt auf den Fuß. Ich entschuldige mich halb geistesabwesend, und fühle, wie mir die Herrschaft über meinen Körper langsam entwunden wird, die Lust am Plaudern vergeht mir, die Musik verliert ihren Reiz, die Menschen und Gesichter sind mir so gleichültig, auf einen Wunsch konzentriere ich meine ganze Geistestätigkeit: nur nicht fallen. Meine Tänzerin reißt mich weiter in den wirbelnden Tanz — nur nicht fallen, mahne ich mich krampfhaft — ich fühle, daß ich mich ungeschickt benehme, und umfasse die Tänzerin nicht gerade sehr graziös. Immer weiter. Mir wird beklommen. Angstschweiß perlt auf der Stirn. Frostschauer ziehen über den Rücken. Pfeiler, Wände, Stühle, Tänzer, Fußboden, Musik, alles dreht sich in tollem Reigen. Ich kann nicht mehr. Es wird mir übel. Ich verabschiede mich plump von meiner Tänzerin, fasse einen Sessel ins Auge, der wie ein Karussell vor mir tanzt, und wanke taumelnd auf das Phantom zu. Ein im Wege stehender Stuhl fällt polternd um. Hebe ihn auf, wer will. Erschöpft sinke ich in den Sessel. Alles dreht sich um mich. Ich schließe die Augen. Jetzt sehe ich diesen tollen Hexensabbat vorübergehender Menschen und Bilder nicht mehr, aber ich fühle, wie sich um mich alles dreht. Ich habe das Gefühl, als müßte ich mich nach der anderen Seite drehen. Aber schon fangen die Sachen an, sich zu beruhigen, sie drehen sich langsam um mich herum. Und allmählich bekommt der Ballsaal sein gewohntes Gesicht mit lachenden Menschen, wirbelnden Paaren, rauschender Musik, buntflutendem Licht. Und wie sich alles beruhigt, kehrt auch mein Interesse wieder und ich gebe mich ganz wieder dem Vergnügen hin.

Was ging mit mir vor? Ich war schwindlig geworden. Aber wodurch und warum?

Wir wollen uns das klar machen. Vor mir steht ein Wasserglas, ein Viertel wassergefüllt. Stellen wir uns

Digitized by Google

mit kühner Phantasie vor, das sei ein horizontaler Bogengang meines Labyrinths mit seiner Lymphe. Ich erfasse das Glas und mache kreisförmige horizontale Bewegungen, eine Nachahmung des Walzertanzens. Ich sehe, wie das Wasser, nach Überwindung der Trägheit, sich langsam in Bewegung setzt, dann dreht es sich gleichmäßig im Glase. Genau dasselbe geschah im Labyrinth beim Walzertanzen und der gereizte Bogengang meldet die kreisende Bewegung dem Gehirn, das seine Muskeln auf diese Bewegung einstellt. Nun ist das Wasser im Schwung. Das Labyrinth meldet dem Gehirn auch dann noch immer raschkreisende Bewegung, wenn wir uns auch langsamer drehen. Und wenn wir plötzlich stillstehen, macht das Labyrinth dieselbe Mitteilung, weil eben das Wasser noch immer im Schwung, in lebhaft kreisender Bewegung ist. Auf Grund dieser falschen Mitteilung trifft das Gehirn auch falsche Anordnungen, es befiehlt den Körpermuskeln die entsprechenden Gegenbewegungen zur Gleichgewichtserhaltung zu machen, ohne daß es nötig ist. Auch die Augen machen die entsprechenden Drehbewegungen, sodaß der Verstand mit Verwunderung bemerkt, daß — infolge der unangebrachten Augenbewegungen — die Gegenstände der Außenwelt sich drehen. Bis langsam die Bogengangflüssigkeit zur Ruhe kommt und die Erregung der Labyrinthnerven abklingt. Dann hören auch die falschen Meldungen auf und mit ihnen die falschen Anordnungen des Gehirns. Solange aber die Konfusion dauert, empfinden wir den Drehschwindel. Damit ist schon ausgedrückt, daß Leute, die kein Labyrinth besitzen, auch nicht „drehschwindlig" werden können. Und in der Tat, es gibt solche Menschen unter den Taubstummen, die ein Labyrinth nicht besitzen, nicht m e h r, weil eine unbarmherzige Krankheit es in der frühesten Entwicklung zerstörte. Wir haben schon oben erfahren, daß diese Taubstummen das Labyrinth zur Orientierung ent-

Digitized by Google

behren. Dieselben Taubstummen können wir drehen auf kreisenden Schaukeln, wie wir wollen, sie werden dann auch — selbstverständlich dürfen wir jetzt wohl sagen — nicht schwindlig. Da die Bogengänge sich bei den lebenden Wesen langsam entwickeln, so ist es selbstverständlich, daß die Froschlarven erst dann Drehschwindel bekommen, wenn der Bogengangapparat sich entwickelt hat (K. Schaefer).

Die Erregung der Bogengänge beruht auf der fließenden Erregung dieser feinen wässerigen Flüssigkeit. Durch ihr schwankendes Niveau werden zarte feinste Nervenendigungen gereizt, die ihre Eindrücke dem Gehirn erzählen. Man kann diese feinen Nervenendigungen betrügen. Man kann sie reizen ohne Kopfbewegung, ohne das Flüssigkeitsniveau zu verändern. Leitet man quer durch seinen eigenen Kopf einen elektrischen Strom, so hat man die Empfindung, als ob der Kopf und der ganze Körper nach der Kathode sich neige, bei Öffnung des Stromes glaubt man nach der entgegengesetzten Seite zu fallen. Da unsere Orientierungsorgane Auge und Innensinn uns richtigere Auskunft von der Außenwelt geben, ist natürlich auch hier das Resultat ein Schwindelgefühl, der „galvanische Schwindel". Die Taubstummen, bei denen das Labyrinth zerstört ist, zeigen natürlich auch keinen galvanischen Schwindel.

Im Jahre 1861 beschrieb der französische Arzt Menière eine eigentümliche Krankheit, die in Anfällen auftritt. Solch Anfall beginnt mit einem schrillen Ohrensausen, das nur auf einem Ohr eintritt, dann setzt ein quälender Schwindel ein. Die Kranken haben das Gefühl, als ob sich ihr Körper dreht, im Kreise um sich selbst, oder nach vorn oder hinten; das Bewußtsein ist dabei vollständig erhalten, bis Erbrechen das Ende des Anfalles einleitet. Diese Anfälle können immer häufiger werden, so daß die unglücklichen Kranken dauernd ans Bett gefesselt werden. Der Zustand hört schließlich, oft nach Jahren, von selbst auf. Die Ursache

Digitized by Google

dieses Leidens ist eine krankhafte Veränderung eines Labyrinths, mag sie herrühren von einem Bruch des Schläfenbeins, von Entzündung des inneren Ohrs, von einer kleinen Blutung, von Fremdkörpern oder dergleichen. Auch hier erkennen wir die Rolle, die das Labyrinth spielt, um unserem Körper Aufklärung zu geben über die Bewegung, in der er sich befindet. Nur, daß hier diese Auffassung durch krankhafte Vorgänge falsch beeinflußt wird.

Das Schwindelgefühl beruht also immer auf einer Unsicherheit der Gleichgewichtserhaltung, sei es wegen mangelhafter Orientierung, sei es wegen mangelhafter Einstellung bei richtiger Orientierung. Die mangelhafte Orientierung kann auf einer Erkrankung der Sinne beruhen, die uns über die Außenwelt falsche Nachrichten bringen, der Augen, des Lagesinns oder des Labyrinths. Fehlt eine dieser Eingangspforten für die Eindrücke der Außenwelt, dann müssen andere Hilfsmittel zur Orientierung herangezogen werden. Wir sehen, wie die Taubstummen gewandt und sicher sich bewegen, und wie die Blinden ihr Tastvermögen zu unglaublicher Vollkommenheit ausgebildet haben, um sich in der Welt zu orientieren. Immer haben bei der Gleichgewichtserhaltung das letzte Wort die Muskeln zu sprechen. Wo die Muskeln dem Willen nicht gehorchen, wie bei der Ohnmacht, bei gewissen Gehirnkrankheiten, kann von der Erhaltung des Gleichgewichts nicht die Rede sein.

Die Gleichgewichtserhaltung kann bis zu größerer Vollkommenheit geübt werden, wie jede Muskeltätigkeit. Wir Menschen sind gerade durch diese Übung vielen Tieren gegenüber bedeutend im Vorteil, die nur für bestimmte Situationen sich einstellen können. Aber wir Menschen nützen nicht alle Vorteile aus, die uns Übung verschaffen könnte. Wir verlernen sogar manches, was wir in der Jugend durch Übung uns angeeignet haben. Kinder schlagen Purzelbäume, hän-

Digitized by Google

gen im Kniehang vom Reck und machen eine Menge anderer Kunststückchen, an die wir Erwachsenen, weil wir „aus der Übung“ gekommen sind, nicht uns heranwagen dürfen, ohne uns dem Risiko des Schwindelgefühls auszusetzen. Wir sind eingerichtet auf das gemächliche Leben, das Extravaganzen möglichst aus dem Wege geht. Daß wir uns durch Übung auch an schwierigere Aufgaben gewöhnen können, sehen wir an den Leistungen von Dachdeckern, die über schmale Firste kaltblütig hinweg schreiten, von Matrosen, die sich an die schwankenden Bewegungen des Schiffes gewöhnt haben, und Akrobaten, die bei ihren Saltomortales wie die Katzen immer auf ihre Füße fallen. Wollen wir also die Kulturgenüsse nicht entbehren, die uns eine Seefahrt, ein Walzer oder auch — die russische Schaukel bieten, dann müssen wir üben, bis wir uns daran gewöhnt haben.

Was wir an Bewegungen des lebenden Organismus sehen, alles ist zurückzuführen auf die Tätigkeit der Muskeln. Mit den primitivsten Mitteln erreichen sie Unglaubliches. Die Muskelfasern betreiben nur eine einzige Arbeit, sie ziehen sich maschinenmäßig zusammen. Diese einzige Arbeit verrichten sie auf Befehl des Willens oder automatisch, durch Vermittelung von Nerven, mit staunenswerter Präzision. Der Effekt der Muskelarbeit richtet sich ganz nach dem Sitz des Muskels, d. h. darnach, welche zwei Punkte durch die Muskelverkürzung einander genähert werden. Der Muskel ist also für den Körper einfach eine Maschine. Aber, das unterscheidet ihn von den toten menschlichen Bewegungsmaschinen, er reguliert sich selbst. Er reguliert seine Nahrungszufuhr und sein Sauerstoffbedürfnis. Er ersetzt das Verschleißende und repariert die Defekte, die unvermeidlich sind. Er paßt sich der zu leistenden Arbeit in idealster Weise an. Wird mehr Arbeit verlangt, so werden neue Muskelfasermaschinen gebildet und in Betrieb genommen, ist weniger zu leisten, so werden die überflüssigen Fasern

Digitized by Google

außer Dienst gestellt, ausgehungert, und ihrem Untergang überlassen.

Damit sich der Muskel reparieren, erholen kann, bedarf er der Ruhe nach angestrengter Tätigkeit. Nicht unaufhörlich gibt er seine Dienste her. Wenn er lange Zeit stark arbeiten mußte, ermüdet er. Wir alle kennen ja dieses Ermüdungsgefühl nach starker Tätigkeit.

Hier wettet jemand, er könne seinen Arm eine Viertelstunde seitlich erhoben ausgestreckt halten. Dabei müssen die Schultermuskeln das Gewicht des Armes tragen. Er hält den Arm so. Eine Minute, mehrere Minuten vergehen. Der Wettkünstler lächelt noch immer siegesgewiß, zuversichtlich. Fünf Minuten. Langsam nimmt sein Gesicht einen ängstlich verlegenen Ausdruck an. Man merkt ihm an, es macht ihm Mühe, den Arm noch lange so zu halten. Schon braucht er einen Kniff, er neigt seinen Körper nach der anderen Seite und dreht seinen Arm nach außen, um ihm eine leichte Stütze zu geben und andere Muskeln arbeiten zu lassen. Der Arm sinkt schon etwas. Er zieht die Stirn in Falten, beißt fest die Zähne aufeinander und hält den Atem krampfhaft an. Mit der größten Energie hält er den wankenden Arm noch, aber man merkt, es macht ihm Schmerzen. Das Herz klopft stärker und rascher. Die Atmung ist beschleunigt, die Temperatur etwas erhöht. Von dem hochgeröteten, schmerzverstellten Gesicht rinnt der Schweiß, und bevor zehn Minuten verstrichen sind, sinkt der Arm immer, immer weiter. Die Wette ist verloren. Nicht nur in dem ermüdeten Arm hat er nachher Schmerzen, er fühlt sich noch am nächsten Tage nach dieser übergroßen Körperanstrengung am ganzen Körper wie zerschlagen und ist unlustig zu größerer Arbeit.

Man hat sich oftmals den Kopf zerbrochen, wie wohl Ermüdung zustande käme. Diese Frage rückte ihrer Lösung erst näher, als Ranke 1865 nachwies, daß sich im er-

Digitized by Google

müdeten Muskel ein Gift vorfand, das sich ausspülen ließ. Spritzte er den Saft eines ermüdeten Muskels in einen frischen, ausgeruhten Muskel, so wurde auch dieser ermüdet, d. h. arbeitsunfähig. Das Charakteristikum der Ermüdung besteht ja eben darin, daß der ermüdete Muskel nicht mehr zur Arbeit gebraucht werden kann. Mosso spritzte einem Hunde das Blut eines normalen Hundes ein, es passierte nichts. Er spritzte ihm das Blut eines übermüdeten Hundes ein: die Atmung wurde bis zur Atemnot beschleunigt, das Herz schlug rascher und heftiger. Man hat dieses Gift durch Analyse suchen und finden wollen. Schließlich glaubte man in der Fleischmilchsäure den Übeltäter erwischt zu haben. Indessen, wenn es auch wahr ist, daß bei jeder Muskelanstrengung, auch bei Krämpfen, Milchsäure sich bildet, so ist das nur Begleiterscheinung, nicht Ursache der Ermüdung. Das wirkliche Ermüdungsgift ist viel komplizierter zusammengesetzt. In neuester Zeit hat, wie an anderer Stelle berichtet, Weichardt das Ermüdungsgift als einen eiweißartigen Körper, ein Toxin, ziemlich rein herstellen können. Übrigens ist es auffallend, daß bei manchen Infektionskrankheiten, z. B. Influenza, Schmerzen von Müdigkeit und Zerschlagenheit der Glieder auftreten, die ganz genau dem Bilde übergroßer Ermüdung gleichen. Auch hier liegt eine Vergiftung vor, durch Bakterientoxine. Hier ein Toxin und dort, und hier wie dort dasselbe „Krankheitsbild".

Aber mit der Bildung von Toxin ist das Thema „Ermüdung" noch nicht erschöpft. Wie Verworn durch geistreiche Versuche nachgewiesen hat, handelt es sich auch um den Verbrauch von Stoffen in der Muskelfaser, also um eine Erschöpfung, und vor allem um Mangel an Sauerstoff. Ohne Ersatz dieser Stoffe kann sich der Muskel nicht wieder erholen. Wie das naiv ausplaudernde Mikroskop uns zeigt, treten auch sichtbare Veränderungen bei der Ermüdung auf, innerhalb der Muskelfasern. Neuerdings hat man ähnliche

Digitized by Google

Ermüdungsveränderungen auch an anderen Körperzellen, an Drüsen- und Ganglienzellen nachgewiesen.

Auch das Herz ist ein Muskel. Ein kompliziert gebauter, niemals rastender Muskel. Dieser Muskel darf nicht ruhen, vom ersten Schrei des neugeborenen Menschenkindes bis zum letzten Atemzuge ist er ununterbrochen tätig. Er darf nicht ruhen, denn wenn er ruht, ruht alles, und die Lebensflamme erlischt. Unermüdlich ist er tätig. Unermüdlich? Diese Frage macht uns stutzig. Ermüdet dieser Muskel nie, hat er denn nie Zeit auszuruhen? O doch! Was ist Ermüdung? Eine Erschöpfung des Kraftvorrats, des Brennstoffs, und eine Anhäufung von Ermüdungsgift, der mit Notwendigkeit eine Arbeitsunfähigkeit des Organs folgen muß. Auch in dem Herz erschöpft sich die Kraftquelle, auch in ihm häufen sich die Ermüdungsstoffe, auch das Herz wird zeitweise arbeitsunfähig. Nach jedem Herzschlage, nach jedem Pulse ist das Herz völlig erschöpft, ganz arbeitsunfähig, unerregbar. Und in jeder Pause wird ihm neues Kraftmaterial zugeführt, wird das Gift ausgespült, daß es sich erholt, und gekräftigt ist zum neuen Schlage. Das Herz hat seine kurze Ruhe, seine völlig ausreichende Erholung in den Pausen zwischen den einzelnen Schlägen. Wenn wir unseren Arm gebrauchen, gönnen wir ihm diese rhythmischen Pausen eben nicht, und er versagt schließlich seinen Dienst. Ja, wenn wir ihn rhythmisch gebrauchen, daß sich automatisch Blutzufluß und Abfluß darauf einrichten kann! Alle rhythmischen Bewegungen, taktmäßig ausgeübt, führen darum nicht so leicht zur Ermüdung. Wie ganz anders wirkt es auf den Soldaten, wenn er nach dem Takte der Musik marschiert, als wenn er seine müden Glieder auf der Landstraße sang- und klanglos weiter schleppen muß. Wie wenig spürt der Tänzer, der sich nach dem Rhythmus der Ballmusik bewegt, von dem Müdigkeitsgefühl! Instinktiv schaffen die Matrosen am Tau, die Arbeiter, die

Digitized by Google

gemeinsam ziehend Pfähle rammen, ihre Arbeit nach dem Takt ihres Gesanges, und die Straßenpflasterer und Drescher üben ihre monotone Arbeit nach der dumpfen Melodie ihrer Werkzeuge.

Der Effekt jeder Ermüdung besteht darin, daß die Organe langsam versagen. Immer stärkere Reize und Willensanstrengungen sind nötig, um sie zur Arbeit anzutreiben, bis sie zuletzt auch auf die stärksten Reize nicht mehr reagieren. Der schlaue Mensch versucht es dann wohl noch mit künstlichen Reizmitteln, Alkohol, Tee, Kaffee, Kokaïn, aber schließlich versagen die auch. Bei gewöhnlicher Tätigkeit geben aber die Organe den allerletzten Rest ihres Kraftvorrats nicht her. Sie behalten noch etwas für unvorhergesehene Fälle in Reserve. Übermüdete Menschen sind, wenn es etwa das Leben zu verteidigen, oder sonst hohe Aufgaben zu lösen gilt, noch ganz erstaunlicher „übermenschlicher" Anstrengung fähig. Tausende Beispiele liefert uns dafür der Krieg, ja schon das Soldatenleben im Frieden, wenn Manneszucht und Ehrgeiz ihren Stachel spüren lassen. Aber auch das tägliche Leben liefert uns dafür unendlich viele Beispiele schon an Kindern und schwachen Frauen. „Not bricht Eisen." Auch das Herz zeigt uns, daß es mehr leisten kann, als es für gewöhnlich gibt. Bei großen körperlichen Anstrengungen gibt es alles, was es hat. Nur nicht allzu lange. Und wenn plötzlich ein Herzfehler eintritt, so schafft das Herz die Mehrarbeit fast momentan, bis es Hilfe gewonnen, bis neue Muskelfasern sich gebildet haben, die dieser Mehrarbeit gewachsen sind.

Was ist das für ein Kraftvorrat, aus dem die Muskeln ihre Leistungen bestreiten? Es ist ein Brennstoff, wie er in jeder Dampfmaschine auch zur Kraftleistung verbrannt werden muß. Dort Kohle, hier Glycogen, tierische Stärke. *Der Muskel ist eine Eiweißmaschine, die mit Glycogen geheizt wird.* Woher aber diese tierische

Digitized by Google

Stärke? Sie wird mit dem Blutstrom in den Muskel gebracht, und entstammt natürlich der Nahrung. Welcher Bestandteil der Nahrung in tierische Stärke umgewandelt wird und wie, das wissen wir noch nicht genau. Eines aber wissen wir sicher, daß wenn wir körperlich arbeiten wollen, von den drei großen Nahrungsmittelkategorien Eiweiß, Fett und Kohlehydrate (Stärke, Zucker), Fett und Kohlehydrate eingeführt werden müssen. Das Eiweiß spielt für die Kraftleistung nur eine untergeordnete Rolle, dient nur zum Ersatz der verschlissenen Maschinenteile. Ob jemand den lieben langen Tag auf seiner Chaiselongue sich wälzt oder im Schweiße seines Angesichts Holz hacken muß, das ist für die Eiweißaufnahme ziemlich gleichgültig. Wohl aber braucht der Holzhacker mehr Fett und mehr Zucker und Mehlspeisen. Aus demselben Grunde können die japanischen Lastträger ihre großen Leistungen fast ausschließlich mit Reisnahrung bestreiten, fressen unsere Lasttiere zu ihren schweren Arbeiten eine kohlehydratreiche Nahrung. Die Kohlehydrate, das wissen wir, werden in Glycogen verwandelt, und dann erst in den Muskeln verbrannt. Ob die Fette als solche verbrannt werden, oder auch erst nach vorhergehender Umwandlung in Glycogen, das läßt sich sicher noch nicht beantworten. Sie scheinen direkt verbrannt zu werden.

Seitdem Robert Julius Mayer eine der großartigsten Entdeckungen der Naturwissenschaft gemacht und ihr Allgemeingültigkeit in dem „Gesetz von der Erhaltung der Kraft" geschaffen hat, wissen wir, daß, wo wir an einer toten oder belebten Substanz irgendeine Kraft wirken sehen, diese Kraft nicht aus sich selbst, sondern aus einer anderen Kraft durch Umwandlung entstanden ist. Denn das Maß aller in der Natur vorhandenen Kräfte ist stets gleich und unveränderlich. Wenn unsere Muskelmaschine arbeitet, so entsteht auch diese Kraft nicht von selbst, sondern sie wird — wie in der Dampfmaschine — durch Verbrennung von

Digitized by Google

Brennmaterial, in letzter Linie unserer Nahrungsstoffe erzeugt. Das heißt, die chemische Energie der Nahrung wird umgewandelt in mechanische Arbeit und Wärme. Und die gebildete Energie, das ist durch scharfsinnige Versuche nachgewiesen, entspricht genau der Menge der chemischen Energie der eingeführten Nahrung. Also genau so wie bei den von Menschenhand gebauten toten Maschinen. Aber, und das ist der Vorteil unserer Muskelmaschinen, sie arbeiten sparsamer, also „zweckmäßiger" als die Dampfmaschinen. Während in den Dampfmaschinen ein großer Teil der Energie für den Nutzeffekt verloren geht durch Reibung, Wärmeverlust usw., und nur etwa 10% der in der Kohlenmenge steckenden chemischen Energie ausgenützt wird, kann der Muskel, wie Heidenhain nachgewiesen hat, allein für mechanische Arbeit (daneben wird noch Wärme gebildet) 35 bis 55% der in den Nahrungsmitteln gebotenen Energie ausnützen; er arbeitet also rationeller und vollkommener als alle Maschinen von Menschenhand.

Diese lebenden, organisierten, immer arbeitsbereiten Maschinen bilden 50% unseres Körpers! Welche Fülle von Arbeit, wenn sie alle tätig sind! Ich sehe oft den Jünglingen zu, wenn sie auf freiem Felde im munteren Ballspiel sich üben. Jetzt fliegt der Ball. Hei! wie die gewandten geraden Gestalten in eiligem Lauf hurtig dahinfliegen. Jetzt aufgepaßt! Der Oberkörper ruckt nach vorn, wieder nach hinten, jetzt biegt er zur Seite, alle Sehnen sind gestrafft und die prächtigen Muskeln schwellen, an den starken Beinen und kraftstrotzenden Armen. Jetzt holt der Arm zum Schlage aus, und die leuchtenden Augen verfolgen mit gespannten Mienen aus rosigem Gesicht den in hohem Bogen geschleuderten Ball. Wie schön! Alles Leben, alles Bewegung, frische, fröhliche Bewegung!

Machen wir uns klar, was in dem Leib eines solchen Jünglings bei diesem wechselnden Spiel der Körpermuskeln

Digitized by Google

vor sich geht. Die arbeitenden Muskeln brauchen Blut, Nahrung und Sauerstoff. Das Herz muß sich sputen, daß es die Ansprüche der tätigen Muskeln befriedigt, und jagt mit raschen, kräftigen Pulsen den Muskeln ihre Nahrung zu. Platz für das frische Blut! Das verbrauchte, verdorbene, schlechte Blut muß schleunigst zurück ins Herz, in die Lungen. Die Muskeln pressen es aus, wenn sie sich zusammenziehen. Die Atmung wird beschleunigt, und in tiefen, satten Zügen schlürfen die Lungen die frische, wohlige Luft des Feldes, hauchen sie die giftige Kohlensäure aus. Frisch und rein, voll Sauerstoff quillt das lebensprühende hellrote Blut in den Adern. Und indem die Brustmuskeln angestrengt tätig sind, um das erhöhte Bedürfnis nach Sauerstoff zu befriedigen, immer neue frische Luft in die Lungen zu saugen, saugen sie gleichzeitig das Blut nach dem Herzen zurück, das schlechte, schlackige, dunkle Venenblut aus den Muskeln, aus dem Gehirn, aus den Verdauungsorganen. Besonders die Leber, dieses große Blutreservoir, feiert großes Reinemachen bei dieser allgemeinen Beschleunigung und Erfrischung des Blutkreislaufs. Die Muskelarbeit macht auch warm. Die Haut rötet sich, und aus den weit geöffneten Poren bricht der Schweiß, der einen großen Teil der Stoffe fortschwemmt, die der Körper gern los werden möchte. Die allgemeine Auffrischung des Körpers macht sich auch im Gehirn geltend. Die Leibesübungen machen „frisch, fromm, fröhlich, frei", sie machen entschlossen, schlagfertig, mutig.

Und auf dieses prächtige Gesundungs- und Verjüngungsmittel verzichten die modernen Menschen! Der Mensch ist zu bequem geworden. Die Kultur hat ihn in der Dressur. Ist doch ein großer Teil der Kulturarbeit darauf gerichtet, die Muskelarbeit überflüssig zu machen. Sie schafft Werkzeuge und Maschinen, die der Hände Arbeit ersetzen, sie schafft Zugtiere, Wagen, Fahrräder, elektrische Bahnen, Automobile, um uns das Gehen abzugewöhnen.

Digitized by Google

Unsere Jugend, deren fröhliches Vorrecht es sein sollte, ihre quecksilberne Beweglichkeit in ungebundenem Spiel auszutoben, wird in dumpfe Schulstuben gesperrt und das Gehirnchen vollgestopft mit allerlei Wissens- und Formelkram. Und sind die Bürschchen der Schulbank entwachsen, dann folgt die Fortsetzung in der einseitigen Ausbildung der geistigen Fähigkeiten. Und endlich das Resultat unserer Kultur: aus allen Ecken und Winkeln starren uns bleiche Kindergesichtchen hilflos entgegen, die Fabrikarbeiterin schleicht mit blassen Wangen hohläugig einher, dem bebrillten, fahlfarbigen Gelehrten lese ich es an den dürren Armen und Beinen ab, wie wenig er seine Muskeln gebraucht. Unsere Kultur fordert Opfer. Sie hocken hinter dem Ofen und hinter den Büchern, sind eingepfercht in Schreibstuben, Werkstätten und Fabriken. Immer mehr wird der Mensch der Muskelarbeit entwöhnt. „Flieh! Auf! Hinaus ins weite Land!“ So geht's nicht weiter! Der Körper verkommt unter solcher Mißhandlung. Hinaus ins Freie, wo der sprudelnde Bach zum Baden ladet, die lachenden Wiesen zu fröhlichem Laufen und Springen locken! Natur macht Schwache stark, die Kultur strebt danach, aus Starken Schwache, aus den Menschen widerstandslose, hilflose Geschöpfe zu machen. Die Kultur eilt rücksichtslos vorwärts, wir können ihrem Siegeslauf nicht Einhalt tun. Aber wir wollen der Natur ihre Rechte lassen, in ihrem Schoß unsern Körper stählen für den Kampf des Lebens. Nur wer im Kampf erstarkt ist, besteht im Kampf!

Digitized by Google

II.

Die Regierung des Zellenstaates.

Vor mir auf einem Teller lag das frische Gehirn eines Großen dieser Welt, den einige Tage zuvor eine tückische Krankheit dahingerafft hatte. Große, kühne Gedanken waren ihm eigen. Mit mächtigem Gedankenflug hatte er die Wissenschaft bereichert, hatte er Bahn gebrochen für gewaltige, neue Ideen. Er hatte eine begeisterte Schar von Schülern erzogen, die seine Saat ausstreuten, daß sie hundertfältige Frucht trug. Jetzt war der Meister tot. Dies hier war das Organ, mit dem er in gewaltigen Geisteskämpfen gesiegt hatte. Dieses weiche Organ mit seinen wunderlich gestalteten Furchen und Windungen war die Quelle, aus der unerschöpflich die großen Gedanken sprudelten. Geheimnisvolle Ehrfurcht durchrieselte mich beim Anblick. Wir sind ja heute schon ein gutes Stück weiter gekommen in der Kenntnis der Geographie des Gehirns. Wissen uns schon etwas in den Windungen, Winkelchen und Eckchen dieses raffiniert komplizierten Organs zurechtzufinden, vor dem noch vor 100 Jahren die Gelehrten völlig ratlos standen und meinten, daß sein Bau dunkel und noch dunkler seine Funktionen seien. Und so sah ich: hier ist die Stelle, von der aus die eindrucksvollen Bewegungen seiner rechten Hand geleitet wurden, von jenem Punkt aus wurden die Muskeln gelenkt, die seine begeisterte Sprache kündeten. Hier waren alle die Bilder aufgestapelt, die der photographische Apparat des Auges von der schönen Welt aufnahm, dort lagen die Klangbilder alle der Töne und Worte, die sein aufmerksames Ohr auffing, wie Phonographenwalzen, jeden Augenblick bereit, das Aufgenommene dem sinnenden Verstand wiederzugeben. Und da vorn, wo die vielkrümmigen Windungen von tiefen Furchen getrennt, sich aneinanderdrängen, da war die

Digitized by Google

schöpferische Werkstatt seiner Ideen. Aber wie entstanden sie? Wie können die Bewegungen der Moleküle Gedanken erzeugen? Wie hängt Geist und Materie zusammen? Das sind Fragen, auf die wir eine Antwort nicht wissen. Und trügen wir das Hirn nicht in der knöchernen Kapsel, sondern frei auf dem Kopf, aller Welt zur Schau, und könnten wir es bei der Arbeit belauschen und beobachten, und wäre es selbst durchsichtig, daß wir in jedes Eckchen sehen könnten, wie die Gedanken entstehen, wie bei der Bewegung der Moleküle Neid und Haß, Liebe und Mitleid geboren wird, das würde uns trotzdem verborgen bleiben. „Und wird uns auf ewig verborgen bleiben," sagt Du Bois-Reymond in dumpfer Resignation. Freilich denken nicht alle Forscher so pessimistisch.

Von solchen Träumen schweiften meine Gedanken weiter.

Was ist das Gehirn des Menschen? Wie sollen wir es verstehen?

Daß das Gehirn, was heute jeder Schuljunge weiß, das Organ des Denkens und Wollens ist, das wissen wir noch nicht lange. Im Altertum kam es gar nicht in den Verdacht, der Sitz der „Seele" zu sein. So wenig, daß manche alten Völker, so die Juden, nicht einmal ein Wort für „Gehirn" hatten. Klopfte nicht das Herz in Liebe und Trauer, in Angst und Freude, nahm es nicht Anteil an unserem Leben? Entfloh die Seele nicht, wenn das Herz still stand? Also, schloß man, ist das Herz der Sitz der Seele. Und jahrtausendelang wurde mit dem Herzen aus diesem Grunde, das bezeugen die Redensarten und Sprüche aller Völker, ein förmlicher Kultus getrieben bis auf den heutigen Tag. Als der geniale Harvey im Jahre 1628 die wirkliche Tätigkeit des Herzens aufdeckte, als er mit großem Scharfsinn klar machte, daß es eine Pumpe sei, nichts weiter als eine allerdings sehr komplizierte Saug-

Digitized by Google

und Druckpumpe, um das Blut durch die Adern zu treiben, da hielten ihn manche für irrsinnig, spöttisch belegte man ihn mit dem doppelsinnigen Namen Circulator (Kreisläufer und Marktschreier), und es fehlte nicht viel, daß man den „herzlosen" Forscher wegen seines „Zynismus" gesteinigt hätte. Aber es war und blieb wahr. Nicht dem Herzen, sondern dem Hirn gebührt der Ruhm, das Organ der Geistestätigkeit zu sein.

Auch die Tiere haben ein Gehirn. Und wenn wir das Gehirn und seine Tätigkeit verstehen wollen, müssen wir es von seinen ersten Anfängen an verfolgen.

Die niedersten Lebewesen, die Einzeller (Protozoen) können schon empfinden. Sie können fühlen, ob das Wasser warm oder kalt ist. Sie merken auf weite Entfernungen, wo Nahrung zu finden ist, ja sie können schon unter verschiedenen Nahrungsstoffen auswählen. Sie können durch einfache Bewegungen ihre Nahrung aufsuchen, vor Feindlichem fliehen. Allerdings ist ihre Bewegungsmöglichkeit noch ziemlich primitiv. Immerhin können wir daran lernen. In der *einen* Zelle ist die Möglichkeit zu empfinden und sich zu bewegen. In dem Glockentierchen (Vorticella) haben wir schon eine Arbeitsteilung innerhalb der Zelle, sie hat einen empfindenden Teil, den Flimmerkranz, einen fressenden Leib, und einen Stiel, in dem die Bewegungsmöglichkeit konzentriert ist. Werden die Wimpern gereizt, so zieht sich der Stiel zusammen. Das heißt also doch: der Reiz wird auf den Leib weiter geleitet und dieser gibt ihn weiter auf den Stiel, der antwortet. Also drei Tätigkeiten getrennt: ein empfindendes, ein empfangendes und weiterleitendes, und ein antwortendes Organ. Wird die Geißel einer Poteriodendronzelle gereizt, so zieht sich der Stiel zusammen und der Leib verschwindet in der schützenden Hülle. Auch hier wieder das Schema: Empfindung, Empfang und Weitergabe, Antwort. Dieses Schema ist die Grund-

Digitized by Google

lage aller unserer Kenntnisse von der Nerven- und Gehirntätigkeit. Nur wird die Sache bei den mehrzelligen Lebewesen komplizierter. Bei ihnen ist außen und innen. Nur die äußeren Zellen stehen mit der Außenwelt in Verbindung. Aber der Organismus muß von den Vorgängen, die sich draußen abspielen, Kenntnis erhalten, er muß fliehen oder günstige Lebensbedingungen suchen können. Das ist für ihn Lebensfrage. Und wie alle Arbeit geteilt, Verdauung, Ausscheidung, Bewegung einzelnen Zellen als Spezialität überwiesen wird, so auch die Reizempfindung. Es bilden sich auf der Außenhaut besondere empfindende Zellen, die lange Ausläufer nach dem Innern schicken, auf dem sie den Reiz fortleiten. Fortleiten auf eine andere Zelle, die den empfangenen Reiz in derselben Weise durch einen Ausläufer weiter gibt an eine Muskelzelle. Solch eine Zelle mit ihrem Ausläufer nennt man ein N e u r o n, den Zelleib ein G a n g l i o n, und den Ausläufer N e r v. Die auslaufende Faser, der Nerv, kann eine große Länge, beim Menschen bis 1 Meter erreichen.

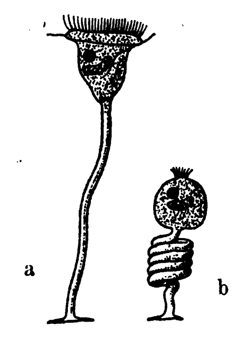


Fig. 13.
Vorticella (Glockentierchen)
a) aufrecht, b) spiralig sich zusammenziehend.

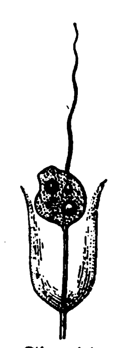


Fig. 14.
Poteriodendron
(nach Verworn).

Digitized by Google

Die einfachste Art der Reizfortleitung ist also Aufnahme in Neuron I, Fortleitung durch den Nerv zu Neuron II, Empfang und Fortleitung zu dem Muskel, der jetzt antwortet. Die antwortenden Organe sind nicht immer Muskeln, sondern auch Drüsen, Giftspritzen, Leuchtorgane, elektrische Organe u. s. w. Es können auch auf einen Reiz eine Reihe Muskeln antworten, oder verschiedene Organe, wenn der Reiz auf mehrere Ganglien fortgeleitet war. In weiterer Differenzierung bilden sich die den Reiz aufnehmenden Ganglien um in Spezialitäten. Die einen nehmen nur Lichtreize auf, andere Lufterschütterungen, wieder andere Gefühls-, Geschmacks- und Geruchsreize, die in größter Vollkommenheit zu Augen, Ohren, Tastzellen, Geschmacksknospen, Geruchszellen, jede mit besonderem Bau sich weiter ausbilden.

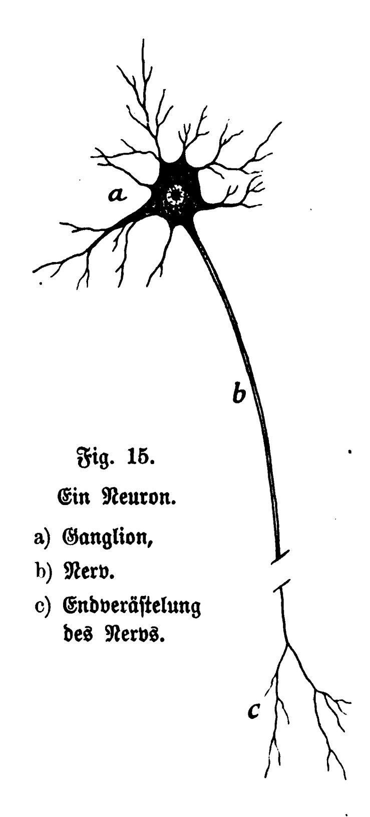


Fig. 15.

Ein Neuron.

a) Ganglion,
b) Nerv.
c) Endverästelung des Nervs.

Bei den höheren Wirbeltieren sind zwischen dem empfangenden und ausführenden Neuron noch ein oder mehrere, oft vielfach verästelte Neurone zwischengeschaltet. Die Ganglien der ausführenden Neurone bilden mit den Schaltneuronen und den Nerven der zuführenden Neuronen das

Digitized by Google

Rückenmark und Gehirn. Der Reiz tritt hinten in das Rückenmark ein, die ausführenden Ganglien sitzen in den sogenannten Vorderhörnern des Rückenmarks. So bildet

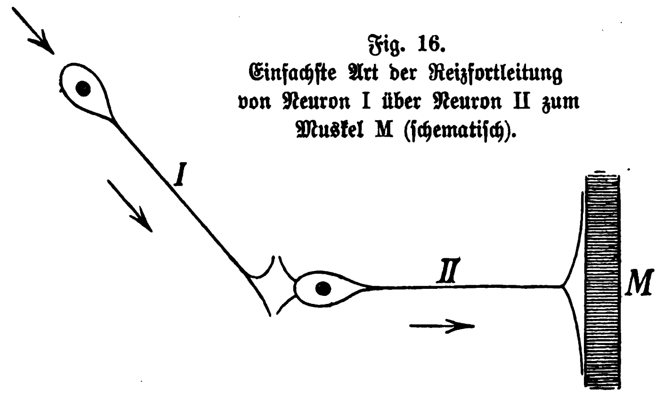


Fig. 16.
Einfachste Art der Reizfortleitung von Neuron I über Neuron II zum Muskel M (schematisch).

das Rückenmark ein fast unentwirrbares Netz von Ganglienzellen und Nervenfasern. Übrigens sind auch im Innern

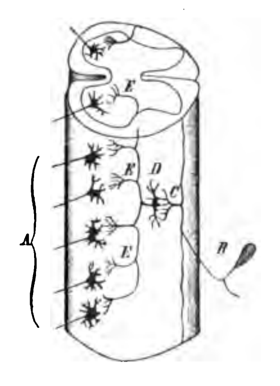


Fig. 17.
Schema des Rückenmarks nach Kölliker und v. Lenhossek.

Bei B tritt hinten ins Rückenmark der Reiz durch ein empfindendes Ganglion ein, wird durch die Verästelung C weitergegeben an die Schaltzelle D, die ihn durch ihre Verästelungen E auf eine Anzahl Ganglien überträgt, durch deren Nervenfortsätze A der Reiz fortgeleitet wird zu den antwortenden Muskelfasern.

des Körpers eine Unmenge Ganglien verteilt, die hier Reize aufnehmen, und dem Rückenmark und Gehirn Kunde geben von den Vorgängen im Körper.

Digitized by Google

Wenn auf irgendeinen Reiz eine Antwort erfolgt, unter Benutzung des eben angeführten Weges, so nennt man das einen Reflex. Den Weg, den der Reiz genommen hat, nennt man die Reflexbahn.

Man hat die Nerven mit Telegraphendrähten verglichen. Das ist mehr als ein Vergleich. Es ist genau dasselbe, wenn auch die Leitung nicht einfache Elektrizitätsleitung ist. Und die Ganglienzellen sind die Morsetaster. Wenn ein Morsetaster angeschlagen wird, erscheint auf der entfernten Station ein Telegramm, oder eine Mine fliegt auf, oder eine elektrische Schelle ertönt, je nachdem welcher empfangende Apparat mit dem Draht verbunden ist. So wird ein Reiz ausgelöst in Bewegung, Drüsentätigkeit oder dergleichen.

Alles was lebt, muß fressen, sich ernähren, verdauen. Fliegt ihnen die Nahrung nur so in den Mund, dann brauchen sie nichts wie einen Magen. In der Tat gibt es Tiere (die Seerosen, Schwämme u. a.), die nichts anderes sind als festsitzende Mägen. Wird die Nahrungsbeschaffung schwieriger, so müssen die Tiere sich bewegen, dazu gebrauchen sie besondere Bewegungsorgane. Und weiter macht sich nötig der Besitz anderer Organe zum Angriff und Widerstand, zu Verfolgung und Flucht. Die Organe sind also Maschinen für ihre Funktionen. Man kann also sagen, daß die Tiere nichts sind als ein Bündel von Funktionen, und da bei den niedrigsten Tieren sämtliche Funktionen nur durch Reflexe zustande kommen, darf man ebenso kühn sagen, sie seien ein Bündel von Reflexen, die auf ihren Apparaten, den Organen spielen. Wir haben schon gehört, daß auch Reize aus dem Innern aufgenommen werden können. Als solcher Reiz wirkt z. B. schon, wenn der Gehalt des Blutes an der giftigen Kohlensäure zu groß wird. Dieser chemische Reiz löst reflektorisch die Tätigkeit einer Menge von Muskeln, etwa zwei Dutzend, aus, die den Brustkorb heben, sodaß eine Atembewegung entsteht, die das Blut von Kohlensäure be-

Digitized by Google

freit und ihm die frische Lebensluft, den Sauerstoff zuführt.

Wenn ich in einen Musikautomaten einen Nickel hineinwerfe, fängt die Maschine an zu spielen, einen regelrechten Marsch. Die Töne folgen hübsch der Reihe nach. Das ist verständlich, denn jeder Ton kann erst erklingen, wenn er an der Reihe ist, wenn der vorige da war. Solche Automatien haben wir auch in den lebenden Wesen. Durch einen Reflex wird eine Antwort ausgelöst, diese wirkt als Reiz zur Erregung eines anderen Reflexes, bis das Lied abgeleiert ist. Dafür ist ein Beispiel der Schluckautomatismus, ein ungemein schwieriges Problem der Forschung. Sobald irgend etwas in den Rachen kommt, wird Reflex I ausgelöst, es ziehen sich Schlingmuskeln zusammen, die den Bissen nach unten drücken, und durch ihre Tätigkeit Reflex II, III usw. nacheinander in Bewegung setzen, bis der Bissen im Magen sein Ziel erreicht. Der ganze Automat wird aber nur ausgelöst, wenn irgend etwas in den Schlund gelangt. Wir können nicht mit leerem Munde schlucken, oder doch höchstens zweimal, bis kein Speichel mehr zu schlucken ist, dann müssen wir warten, bis wieder sich etwas Speichel angesammelt hat. Reflexe und Automatien spielen eine große Rolle in der Welt des Lebendigen. Ohne sie wäre das Leben nicht denkbar.

Nicht wesentlich verschieden von den Reflexen sind die *Instinkte*, wenn auch hier die Bahnen, auf denen die Erregung sich fortpflanzt, sehr schwierig zu übersehen sind. Instinkte sind angeborene komplizierte geordnete Fähigkeiten, die das Tier als ganzes, nicht nur einzelne Organe betreffen. Sie dienen seinem Vorteil oder dem Interesse der Nachkommenschaft und werden ausgelöst durch eine beschränkte Anzahl von Erregungen. Die Instinkthandlung wird nicht erlernt, sie braucht nicht einmal geübt zu werden, um in vollkommenster Weise sich zu äußern. Man denke an

Digitized by Google

den Nestbau der Vögel. Daß die Instinkthandlungen ganz automatisch vonstatten gehen, das sieht man daran, daß, wenn sie einmal begonnen sind, auch durchgeführt werden, selbst wenn während der Ausführung Umstände eintreten, die die ganze Handlung überflüssig machen. Wenn z. B.

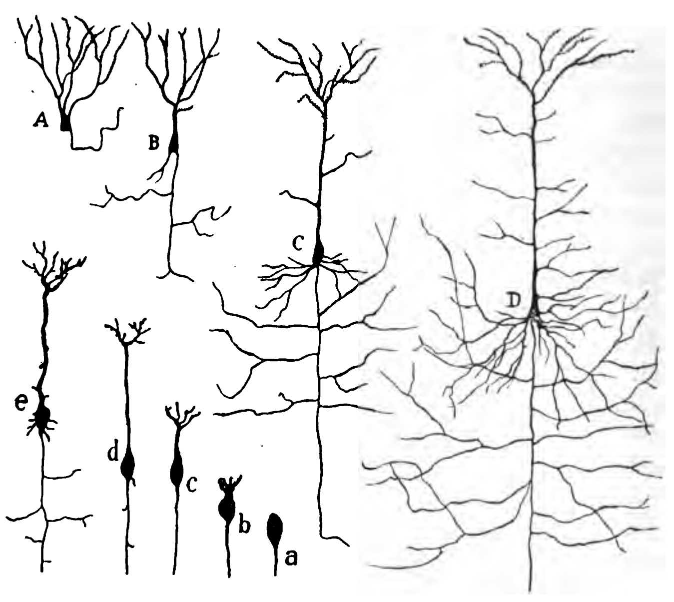


Fig. 18. Neuronen (Pyramidenzellen) nach Ramón y Cajal.
A des Frosches, B der Eidechse, C der Ratte, D des Menschen.
a—e Entwicklung menschlicher Neuronen in verschiedenen Stadien.

die Kreuzspinne sich ihren Behälter spinnt, in dem sie die Eier ablegt, ihn mit einem weichen Deckel versieht und das Ganze mit weicher Wolle umspinnt, bis der feste Cocon fertig ist, dann läßt sie sich in ihrer kunstreichen Arbeit auch dann nicht abhalten, wenn sie von dem Bedürfnis plötzlicher Eierablegung überrascht, die Eier auf den Boden trollen läßt.

Digitized by Google

Sie macht dann ihr Kunstwerk fertig, aber — es ist leer, zwecklos.

Je höher wir in der Tierreihe steigen, desto häufiger begegnen wir einem neuen Faktor in dem Aufbau des Nervensystems. Wir treffen Neuronen, die sich mehr dünken,

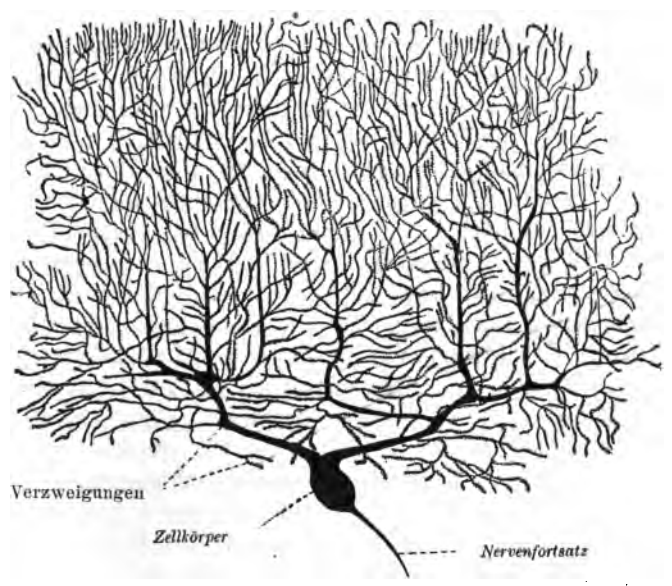


Fig. 19. Ganglienzelle aus der Rindenschichte des menschlichen Gehirns (nach Stoehr).

als die Reflexneuronen, Herrschernaturen, die die Reflexe als Untergebene behandeln. Diese Herrenzellen schließen sich zusammen in dem Großhirn, noch winzig bei den niederen Tieren, aber in imposanter Menge schon bei den höheren Wirbeltieren, bis sie beim Menschen in so mächtiger Menge sich häufen, daß sie sich drängen, so daß die Oberfläche des Hirns, um mehr Platz zu schaffen, viele Buchten

Digitized by Google

und Windungen bilden muß. Und nicht nur die Quantität macht den Unterschied, auch qualitativ sehen wir eine Weiterentwicklung, die sich dokumentiert in einer fortschreitenden Verästelung der einzelnen Ganglienausläufer. Diesen selben Unterschied sehen wir bei einem Individuum sich herausbilden vom primitiven embryonalen Stadium bis zur völligen Entwicklung.

Diese Herrenganglien wollen ein Wort mitreden. Sie kontrollieren die Reflexe, hemmen und fördern, je nachdem sie es für gut befinden. Denn die Reflexe machen manche Dummheiten. Sie reagieren eben auf jeden Reiz in derselben stereotypen Weise, selbst dann, wenn der Körper geschädigt wird, oder dann, wenn es durchaus zwecklos war. Immerhin behaupten die Reflexe möglichst ihre Selbständigkeit. Anders die Instinkte. Beim Menschen z. B. sind sie völlig erloschen bis etwa auf den Sauginstinkt des Säuglings, dessen Erhaltung für das Leben unbedingt nötig war, und als Geschlechtsinstinkt im Interesse der Nachkommenschaft. (Freilich ist dieser letztere schon sehr in der Gewalt des Gehirns der zivilisierten Menschheit.) Alle anderen Instinkte sind abgeschafft oder durch das Gehirn umgeändert, veredelt. Reflexe und Instinkte sind vererbt, aber das Gehirn arbeitet mit einer Waffe, die es sich schmiedete aus der Erfahrung, Übung und Gewohnheit. Diese Waffe wurde beim Menschen zu höchster Ausbildung geschärft, das Hirn wurde nicht nur ein Organ des Wollens, sondern auch des Wissens und des Sollens.

Reflexe und Instinkte sind allen Individuen einer Tierklasse gemeinsam, Herdenwerte, das Gehirn schafft auf Grund seiner eigenen Erfahrung Einzelwerte. An Stelle der Instinkte der Rasse tritt der Wille des Einzelnen. Haben Reflexe und Instinkte etwas rein Mechanisches an sich, werden sie ausgelöst „unbewußt", so daß ihre Tätigkeit von übler Wirkung auf den Körper sein konnte, so setzt das Ge-

Digitized by Google

hirn an die Stelle des „Unbewußten“ den bewußten Willen. Wenigstens ist es beim Menschen so. Ob beim Tiere auch die Zellreaktionen und die Reflexe ohne Beteiligung des Bewußtseins verlaufen, das entzieht sich natürlich unserer Beurteilung. Unser Bewußtsein erkennt das Ziel, und über der unbewußten Automatie steht urteilende Berechnung.

Wir haben die Zellreaktionen, Reflexe, Automatien, Instinkte und den Willen als die regierenden Faktoren im Spiel der Lebenskräfte kennen gelernt. Sehen wir jetzt zu, in welcher Mischung diese Lebensqualitäten bei uns, den Herren der Schöpfung, sich nachweisen lassen.

Ich betrachte es nicht als meine Aufgabe, die Leistungen des Gehirns aus seinem Bau zu erklären, vor allem deshalb nicht, weil seine Funktionen noch in vielen Punkten der Aufhellung bedürfen, und ich mich deswegen auf das Glatteis philosophischer Spekulationen begeben müßte. Es kommt mir hier nur darauf an, zu untersuchen, in welcher Weise unsere Körperfunktionen unter der Herrschaft von Gehirn und Nerven stehen und welche allgemeinen Gesichtspunkte sich daraus für unser körperliches Geschehen gewinnen lassen.

Ich will mich bewegen, will diese Treppe steigen. Und es geschieht. Diese Bewegungen sind also vom Willen, vom Bewußtsein, vom Gehirn diktiert. Bei allen Bewegungen, die durch die Arbeit der quergestreiften Muskeln zustande kommen, hat das Gehirn das Regiment. Freilich mit Einschränkungen. Ich nehme mir vor, etwa mit geschlossenen Augen, um jede Beeinflussung auszuschließen, mit dem rechten Zeigefinger der rechten Hand meine Nasenspitze zu berühren. Ich fühle, daß der Befehl ausgeführt ist. Aber, der Wille ist wohl der Oberbefehlshaber, der Armeen lenkt, aber die Ausführung seiner Befehle überläßt er den Unterkommandanten. Die Bewegung ist auf Befehl des Willens ausgeführt, aber welche Muskeln ich in Bewegung

Digitized by Google

gesetzt habe, das weiß ich nicht, und wenn ich es nach sorgfältigem Studium wüßte, ich würde die Bewegung nicht um ein Haar besser machen. Der Wille setzt Bewegungen in Betrieb, nicht Muskeln. Er drückt auf den elektrischen Knopf, und reflektorisch erhalten die einzelnen Muskeln von ihrer Zentrale die Anweisung zur Tätigkeit. Welche Muskeln für eine Bewegung gebraucht werden, das muß in jedem Einzelfalle durch Übung erlernt werden. Ohne Übung wird die vom Hirn gewollte Bewegung nur stümperhaft ausgeführt. Will der Heerführer eine Operation vornehmen, so müssen hierfür die Offiziere und Mannschaften so gedrillt sein, daß sie einheitlich arbeiten. Das Kind, das schreiben lernt, malt bedächtig Haarstrich und Grundstrich, und nicht nur der schreibende Finger, auch der Kopf und besonders die Zunge helfen eifrig mit. Bis mit fortschreitender Übung das Schreiben eine ganz automatische Sache wird. Der Erfolg der Übung ist für den Nervenmechanismus ein Ausschleifen von Reflexbahnen und Zusammenfassen von Reflexbündeln zu harmonischer Wirkung.

Nicht alle seine quergestreiften Muskeln hat der Wille in der Gewalt. Die Muskulatur des Schlundes wirkt, obwohl quergestreift, nur auf den Reiz eines Bissens durch Reflex. Wir können nicht schlucken, wann wir wollen, ohne einen Bissen oder Schluck, immer muß etwas, wenn auch nur eine kleine Menge Speichel den Reflex auslösen.

Das Atmen geht reflektorisch von statten. Durch den chemischen Reiz des Blutes wird ein Ganglion im obersten Rückenmark gereizt, dessen Neuronenverzweigungen eine Menge ausübender Ganglien, die Ganglien der Atemmuskeln in Bewegung setzen. Die Muskeln treten in Tätigkeit, der Brustkorb erweitert sich, so daß die Luft in die Lungen tritt, mit ihr der Sauerstoff, der das Blut auffrischt. Die sämtlichen Atemmuskeln sind quergestreift, und — Reflexen unterworfen. Aber auch dem Willen. Ich

Digitized by Google

will jetzt Atem holen. Es geschieht. Ich will jetzt nicht Atem holen. Wiederum herrscht mein Wille. Ich will den Atem anhalten, ich tue es lange, aber dann muß ich atmen, auch wenn ich nicht will. In diesem Augenblick der Not hat ein anderer dem Höchstkommandierenden das Kommando entrissen, der direkte Vorgesetzte, der Reflex. Ich kann atmen, wie und wann ich will, so lange nicht die Interessen des Gesamtkörpers mit dem Willen kollidieren. Genau so ist's mit dem Husten, ich kann husten wann ich will, ich kann den Husten bis zu einem gewissen Grade nicht wollen, bis er — im Interesse der Gesundheit — unwiderstehlich wird. Und ähnlich ist's mit dem Muskelspiel der mimischen Muskeln. Ich kann meinen Mund zum Lachen verziehen, ich kann auch ernst bleiben, aber wenn bei einem guten Witz das Lachen unwiderstehlich wird, dann kann ich meinen Willen anstrengen wie ich will, um ein ernstes Gesicht zu machen, es gelingt mir nicht. Ähnlich ist es mit dem Lidreflex. Ich kann nach Wunsch die Augen schließen. Wenn ich jemandem plötzlich mit der Faust vor das Auge fahre, so schließt sich das Lid zuckend. Das ist zweifellos von Vorteil. Aber ebenso schließt sich das Lid, wenn ich in guter Absicht nahe, um etwas Schädliches zu entfernen. Da mag sich der Wille noch so anstrengen, der Reflex tritt stereotyp auch hier ein.

Hier hatte das Gehirn doch immerhin noch etwas zu sagen, aber bei der Erhaltung des Gleichgewichts ist es völlig ausgeschaltet. Und doch wird das Gleichgewicht nur durch quergestreifte Muskeln erhalten, die einzeln oder in Gruppen alle dem Willen untertan sind. Aber zu dem einen Zweck der Gleichgewichtserhaltung werden sie alle von einem Zentrum beherrscht, das im Kleinhirn liegt. Freilich ist dieses Kleinhirn auf die Nachrichten angewiesen, die ihm aus dem Großhirn über die Lage der Außenwelt zukommen, aber auf Grund dieser Orientierung dirigiert das

Digitized by Google

Kleinhirn. Wenn die Nachrichten, die da telegraphisch einlaufen, freilich lügen (und das kommt bei den Depeschenbureaus ja oft genug vor), dann weiß das Kleinhirn, trotz hochoffiziöser Dementis nicht, was es machen soll. Konfusion, das Gleichgewicht leidet, Schwindel. Dann fährt wohl einmal das Gehirn und der Verstand mit einem Donnerwetter dazwischen und ruft die Geister zur Ruhe, aber parieren tun sie ihm nicht.

Eine Menge von Reflexen verstecken sich in unseren alltäglichen Handlungen, in der Tätigkeit unserer willkürlichen Muskeln. Was solche Reflexe leisten können, das sehen wir ja im Schlaf, wenn das Gehirn nichts zu sagen hat. Da spielen sie wie die Mäuse, wenn die Katze nicht zu Hause ist. Man betrachte einmal einen Schlafenden daraufhin, wie der Kitzelreiz, den wir boshaft an seiner Nase hervorrufen, zuerst mit Zuckungen von Nase und Lippe, dann mit Kopfbewegungen beantwortet wird — der Schlaf geht ruhig weiter —, und wenn das Kitzeln immer noch nicht aufhören will, so wird mit der Hand eine Abwehrbewegung im Schlaf gemacht. So wird die herabfallende Bettdecke zurückgezogen, eine unbequeme Lage vertauscht, alles reflektorisch. Noch deutlicher kann man die Reflexe beobachten, wenn der Einfluß des Gehirns ausgeschaltet ist. Das geschieht bei einigen unglücklichen Kranken. Da sieht man, wie ein Reflex, z. B. der, den man erhält, wenn man auf die Sehne unterhalb des Knies klopft — das Knie wird normalerweise zuckend etwas gestreckt — stark erhöht ist. Das Bein wird vorwärts geschleudert. Und man kann an manchen Stellen Reflexe hervorrufen, die zwar auch im normalen Zustande da sind, aber stark gehemmt wurden. Das Gehirn hemmt also zahlreiche Reflexe in der quergestreiften Muskulatur. Wenn ein solcher Kranker eine Bewegung machen will (das Gehirn befiehlt einem Zentrum die Bewegung, das sie reflektorisch ausüben läßt), so wirkt der Bewegungsreflex un-

Digitized by Google

gehemmt, also zu stark, die Bewegung wird ausfahrend, zu weit, so daß hin und her probiert werden muß, bis es richtig ist.

„Kinder und Betrunkene haben Glück", sagt der Volksmund, und wenn etwas Wahres daran ist (gewöhnlich liegt den Redensarten ja ein Kern guter Beobachtung zugrunde), so verstehe ich es nur so: bei Kindern ist das Gehirn noch nicht genügend entwickelt, die Erziehung hat ihre Aufgabe noch nicht durchgeführt, die Reflexe und Instinkte zu unterdrücken. Die Reflexe sind also lebhafter, während das Wissen und Wollen noch fehlt. Bei dem Betrunkenen ist der Wille, im ersten Stadium nur der Wille, narkotisiert. Wenn wir vernünftigen Leute fallen, so haben wir soviel „Geistesgegenwart", uns zu halten, vorzubeugen, oder uns eine, wie wir glauben, günstige Situation zu schaffen. Kinder und Betrunkene haben keine Geistesgegenwart, sie fallen ohne Überlegung, und die Reflexe arbeiten unbewußt zweckmäßig. Das ist ihr Glück.

Was an glatten Muskeln im Körper ist, arbeitet reflektorisch oder automatisch. Der Magen, der Darm, die Muskeln der Blutgefäße, die Blase, sie alle arbeiten auf Reflexerregung. Ohne Zweifel sind diese Reflexfunktionen für den Körper notwendig, unentbehrlich. So erscheinen sie „zweckmäßig". Und doch haben sie etwas Unzweckmäßiges an sich. Sie arbeiten mechanisch, stereotyp. Auf jeden Reiz dieselbe Antwort. Auch wenn die Antwort für den Körper durchaus ungelegen und unerwünscht kommt. Wenn z. B. der Husten nicht durch ein Staubkorn oder Schleim ausgelöst wird (in diesem Fall ist er äußerst zweckmäßig!), sondern etwa durch einen Polypen oder ein Geschwür. Dieses schafft der Husten nicht fort. Der Reiz bleibt und die stereotype Antwort auch, der Husten quält nutzlos bis zur Erschöpfung. Dieselbe Sache mit einem Fremdkörper im Darm. Er wird entfernt. Je unbequemer der Gast, desto

Digitized by Google

rascher. Aber wenn bei einem Darmgeschwür Diarrhoeen sich folgen bis zur äußersten Ermattung, dann wird die Wohltat Plage. Und ebenso, wenn die Blase nicht von dem normalen Reiz des Urins, sondern durch Entzündungsreiz zu immer wiederholter, gräßlich quälender Arbeit getrieben wird.

Aber bei der glatten Muskulatur fängt leise das Gehirn an ein Wörtchen mitzureden. Hauptsächlich allerdings nur reflexhemmend: wir wissen ja, daß wir aus Gründen der Erziehung die Muskeltätigkeit unserer Entleerungsorgane im Zügel halten können — bis zu einem gewissen Grade. Es scheint so, als ob in manchen, durch Suggestion hervorgerufenen Zuständen der Wille auch direkten Einfluß auf die Gefäßmuskeln gewinnen könnte, so daß je nach Wunsch Hautstellen rot und blaß werden, ja in „Brandblasen“ sich abheben. Das hat freilich keine Allgemeingültigkeit, sondern erscheint nur in einigen seltenen Ausnahmefällen wohl meistens krankhafter Natur.

Nicht nur die glatte Muskulatur, sondern alle Organe in unserem Körper, deren Tätigkeit „unbewußt“ vonstatten geht, arbeiten reflektorisch. Wenn in den photographischen Apparat meines Auges zu viel oder zu grelles Licht fällt, so verengt sich das Sehloch, die Pupille; genau so wie der Amateur bei heller Beleuchtung hinter die Linse seiner Kamera Blenden einschiebt. Dieser Reflex ist sehr „zweckmäßig“, da die Deutlichkeit der Bilder dadurch vergrößert wird und andererseits die Zellen vor dem zerstörenden Einfluß zu grellen Lichtes bewahrt werden. Stecke ich einen Bissen in den Mund, so wird durch den Reiz der Nahrung ein Reflex ausgelöst, der die Speicheldrüsen zur Absonderung spornt. Es ist aber nicht gleich, woraus der Bissen besteht. Je nachdem ob es Fleisch ist, oder ein Stück Brot, werden andere Reflexe ausgelöst. Das Resultat ist ein Speichel, der in seiner Zusammen-

Digitized by Google

setzung genau angepaßt ist der Arbeit, die seiner harrt. Also durchaus zweckmäßig. Ja, diese so fein abgestimmten Reflexe treten in Tätigkeit schon auf die bloße Vorstellung einer Speise, so daß einem „das Wasser im Munde zusammenläuft“. Ebenso reflektorisch fein abgestimmt arbeiten Magen und Darm. Der Willen hat auf diese Reflexe keinen direkten Einfluß, wohl aber die Gemütsstimmung. Nachgewiesen ist, daß in fröhlicher, heiterer Stimmung die Verdauungstätigkeit viel flotter vonstatten geht, als wenn man mit sorgenvollem Gemüt sich an den Tisch setzt. Darum haben heitere Tischreden, Tafelmusik und angeregte Unterhaltung auch eine hygienische Bedeutung. Darum haben wir uns ja auch gewöhnt, unsere Mahlzeiten gemeinsam einzunehmen. Darum hängt man auch appetitliche Stilleben an die Wand des Eßzimmers.

Die Regierung im Zellenstaat des Menschen ist eine monarchische. König ist das Gehirn. Ihm zur Seite stehen die Ministerien, die für den geregelten Verlauf der Geschäfte verantwortlich sind, die Reflexzentren. Aber wie in jedem Staatswesen der Herrscher keinen persönlichen Einfluß gewinnen kann auf die inneren und eigensten Angelegenheiten von Industrie und Technik, Handel und Wandel — es wäre töricht, wenn der Herrscher einem Seidenfabrikanten befehlen wollte, welches Muster er fabrizieren soll — so in der Regierung des Leibes. Herz, Leber, Nieren, Milz und andere Organe, sie arbeiten ohne Aufsicht des Gehirns. Nur, daß sie ihm Störungen des Betriebes melden. Leber, Nieren, Milz funktionieren überhaupt ohne Nerven, also auch nicht reflektorisch. Wenn man diese Organe zu Brei zerreibt, so können die Zellen immer noch die ihnen eigenen chemischen Leistungen vollbringen, durch die sie im Haushalt des Leibes unentbehrlich sind.

Ebenso völlig unabhängig vom Gehirn, ja überhaupt von Nerven, ist in seiner normalen Tätigkeit — das Herz.

Digitized by Google

Man staunt, aber es ist richtig. Das Herz ist ein Automat, der ohne Nerventätigkeit nur durch die merkwürdige Anordnung seiner eigentümlichen Muskelfasern in Gang erhalten wird. Der Nickel, der den Automat in Betrieb setzt, ist hier das zum Herzen zurückkehrende Blut. Die Einwurfsöffnungen sind die Vorhöfe des Herzens, die das Blut zuerst in Empfang nehmen. Die Muskeln der Vorhöfe werden dadurch in Bewegung versetzt, die Vorhöfe ziehen sich zusammen und drücken das Blut in die Herzkammern. Aber unterdessen ist der Reiz in den Muskelfasern weitergeleitet und auch die Kammern ziehen sich zusammen, um ihr Blut durch die Adern zu entleeren. Für diesen Automatismus hat das Herz ganz besondere Muskelzellen, die in eigentümlich netzartiger Weise miteinander verflochten sind. Daß in der Tat die Muskeln und nur die Muskeln infolge ihrer eigentümlichen Anordnung an der Herztätigkeit beteiligt sind, hat man dadurch nachgewiesen, daß man ein ausgeschnittenes Froschherz — bei geeigneter Aufbewahrung — noch nach Wochen, ja nach Monaten regelrecht arbeiten lassen kann, also zu einer Zeit, wo etwaige Ganglien und Neuronen längst abgestorben sind. Noch mehr, man hat die Herzkammer durch Zickzackschnitte in einen langen Streifen zerschnitten, der mit dem Vorhof noch zusammenhing, reizte man den Vorhof, so zog er sich zusammen, und dieses Zusammenziehen und wieder ausdehnen pflanzte sich über den ganzen Streifen in wurmartiger Bewegung fort. Woher der Rhythmus, die gleichmäßige Schlagform des Herzens? Weil, wie Bowditch und Kronecker gezeigt haben, bei dem leisesten Reiz das Herz sich aufs Äußerste zusammenzieht, es gibt alles oder nichts. Und bei der Zusammenziehung erschöpft es seinen ganzen Energievorrat. Jetzt kann es nicht mehr arbeiten, muß sich ausdehnen, dadurch fließt wieder Blut in die Vorkammern, und das Spiel wiederholt sich. In dem Augenblick, wo das Herz wegen Nahrungsmangel sich

Digitized by Google

ausdehnt, kann man es reizen, wie man will, es schlägt nicht, bis die zugeführte Nahrung ihm wieder Kraft gibt, auf den soeben angekommenen Reiz zu antworten. Das erklärt auch, warum das Herz, soll es nicht stillstehen, nicht einige Sekunden ohne Nahrungszufuhr bleiben kann. Ein wunderbarer Automat, diese unermüdlich tickende Lebensuhr, die von den ersten Tagen der Menschenentwicklung rastlos ihren Pendelschlag verrät bis zu dem Augenblick, wo ihre Zeit abgelaufen ist. So hätten also Gehirn und Nerven gar nichts zu sagen bei der Tätigkeit des Herzens? O doch! Das behaupten die Forscher nicht, aber sie wird nicht dadurch im Gang erhalten! Wir wissen ja alle, wie im Schrecken das Herz „stillsteht", wie es bei Angst und Furcht wie mit Hämmern an die Brustwand pocht, wie beim Mägdlein in der jungen Liebe das Herz zerspringen möchte und wie in freudiger Erregung das Herz „höher" schlägt. Also der Einfluß seelischer Erregung auf die Herztätigkeit ist gar nicht abzuleugnen. Aber die Nerven haben nur einen Einfluß auf den Ablauf und Gang des Herzensuhrwerks. Sie können die Zahl der Schläge beschleunigen und verlangsamen, sie können auch, wie man jetzt weiß, Kraft, Größe, Dauer und Verlauf der Zusammenziehungen verändern. Es ist, wie Engelmann sehr schön vergleicht, mit dem Herzen wie mit einem Pianola. Rhythmus, Melodie und Zusammenklang sind durch den Mechanismus gegeben, und das Pianola spielt sein Stück automatisch, aber der Pianolaspieler hat es in der Hand, durch Drücken auf Hebel das Tempo zu beschleunigen oder zu verlangsamen, er läßt nach seinem Belieben den Ton an- und abschwellen, er belebt das ohne ihn seelenlose Instrument und macht es zum Organ seiner Seelenbewegungen. So macht's das Nervensystem mit dem Herzen, und alle Empfindungen und Erregungen des Körpers, alle Seelenbewegungen spiegeln sich in feinsten Abstufungen in dem Schlagen des unermüdlichen

Digitized by Google

Meisters unserer Brust. Aber der *Willen* hat auf die Herztätigkeit nicht den geringsten Einfluß, es sei denn in einigen — immerhin abnormen — hypnotischen Zuständen.

Ähnlich ohne Nerveneinfluß verläuft auch die Tätigkeit der *Flimmerzellen*. Es sind das Zellen, die mit ihren Wimperfortsätzen an Geißeltierchen (Flagellaten) erinnern. Sie sind an verschiedenen Stellen des Körpers vertreten, z. B. in den Luftröhrenästen. Ihre Bedeutung für den Organismus liegt darin, daß sie feine Fremdkörper „hinauswimmeln", oder, wie im Eileiter, das Ei an den Ort der Bestimmung transportieren. Die Flimmerhaare machen in ihrer Bewegung den Eindruck eines Ährenfeldes, wenn der Wind darüber hinweggeht: wellenartig Berge und Täler von sich beugenden und aufrichtenden Ähren. Nur brauchen die Flimmerhaare den Wind nicht, sie bewegen sich selbst, automatisch, nacheinander, alle in einer Richtung, so daß ein leichter Körper, etwa ein Staubkorn, der in den Luftröhren auf die zarten Wimpern fällt, nach außen befördert wird.

Diese Reflexe, Automatien und Zelltätigkeiten betrafen Zellen, die „differenziert" sind, d. h. von der ungeheuren Mannigfaltigkeit der in der Zelle schlummernden Möglichkeiten nur eine einzige zur Spezialität ausgebildet haben. Es giebt aber in dem menschlichen Körper auch noch solche Zellen, die sich die ursprüngliche Vielseitigkeit erhalten haben, die fressen, verdauen, Nahrung wählen, sich bewegen und fortpflanzen können, das sind die weißen Blutkörperchen.

Sie führen ein ganz freies, ungebundenes, durch keine Rücksicht gezügeltes Leben im Organismus. Sie kümmern sich nicht um die Nerven oder um das Gehirn, sie tun, was ihnen beliebt. Aber die Körperzellen und Organe sind gegen diese frechen Kobolde geschützt. Also stürzen sie sich über alles Ungeschützte, alles was fremd in den Körper eindringt, alles was im Körper morsch und faul und wider-

Digitized by Google

standslos wird. So gleichen sie der Kraft, die stets das Böse will, und stets das Gute schafft. Sie sind ein Segen für den Organismus. Wir könnten ihre treue Hilfe nicht einen Augenblick entbehren.

Und nun werfen wir noch einen Rückblick auf die Funktionen unseres Körpers. Alles, was unsere Organe und Zellen tun, es ist für unsern Körperhaushalt notwendig, daher zweckmäßig. Wir haben gesehen, daß nicht alle Funktionen der Zentralgewalt, der Regierung des Zellenstaates

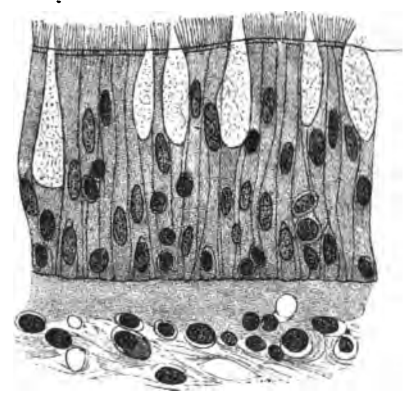


Fig. 20. Flimmerepithel. In 530facher Vergrößerung.

direkt untertan sind. Wo die Regierungsgeschäfte auf dem Instanzenwege, auf dem Wege durch Ganglien, Nerven und Neuronenbahnen, erledigt werden können, da werden sie von der höchsten Instanz, dem Willen, erledigt. Aber nicht alle Geschäfte haben dazu Zeit. Viele sind dringend. Wenn wir Nahrung zu uns nehmen wollen, so hat das immerhin einige Zeit, wir haben ja Reservorräte von Nahrungsstoffen im Innern. Der Wille kann bestimmen, wann er den Hunger befriedigen, wann er den Körper zum gedeckten Tisch bewegen will. Anders mit der Atmung. Von der Lebens-

Digitized by Google

luft, dem Sauerstoff, haben wir keine, oder doch nur minimale Vorräte im Innern aufgespeichert. Und wir haben ihn dringend nötig. Das ist immer eilige Sache. Das wird eins, zwei, durch Reflexe erledigt. Und gar das Herz. Das hat's so eilig, daß es sich nicht einmal auf Reflexe verläßt, die immerhin versagen könnten. Das Herz hilft sich selber, und nimmt nur Anweisungen für den Betrieb entgegen. Und die kleinen Geschäfte der Leber, Niere werden von lokalen Verwaltungen besorgt, in deren Kompetenzen der Wille nicht einzuschreiten hat. Ebensowenig wie in die der Zellenmechanismen, Flimmerbewegung und Tätigkeit der weißen Blutkörperchen.

Der Wille könnte schließlich „beim besten Willen" nicht alles machen, denn wenn er überall, bald hier, bald dort handelnd eingreifen sollte, immer nach Überlegung urteilend, dann müßte der Tag mehr als 24 Stunden haben, um nur die dringendsten Regierungsgeschäfte zu erledigen. Wo bliebe die Zeit für andere Aufgaben, für die freien Betätigungen von Geist und Seele? Gott sei Dank, daß es so ist, wie es ist. Denn der Wille urteilt aus der Erfahrung des Individuums, die kann täuschen und ist individuell verschieden. Der eine würde seine Organe so funktionieren lassen, der andere so. Es würde genau so auslaufen, als wenn wir einen Tag der Herrgott wären, alles würde drunter und drüber gehen. Wenn bei der Verdauung unser Wille zu bestimmen hätte, wie Magen, Darm, Leber funktionieren sollten, dann würden wir klugen Menschenkinder manche Dummheit machen. Oder wenn der Wille das Herz schlagen und stillstehen lassen könnte, dann würde bei manchen Menschen eine sonst bald vorübergehende, verdrießliche Stimmung, wie sie kommen und gehen und unvermeidlich sind, in plötzlicher Aufwallung im Selbstmord endigen. Nein, lieber so!

*

Digitized by Google

Das Gehirn ist das Organ, mit dem der Mensch seine Kulturwerke schafft, mit dem er denkt und will. Es ist auch das Organ, mit dem er den Kantschen kategorischen Imperativ, die Gebote der Pflicht und Sittlichkeit, erkennt und übt. In ihm regt sich das Gewissen, die Befriedigung über das vollbrachte Gute und die bittere Reue böser Handlungen. Es ist das Instrument, dessen Saiten erklingen von Liebe und Haß, von frommer Ehrfurcht und andächtigen Schauern des Entzückens und der Verzückung. Und dieses edelste Organ, das den Menschen zum Menschen macht, das eine tiefe, unüberbrückbare Kluft reißt, die Mensch und Tier auf immer trennt, ist rein stofflich in seiner ungeheuren Kompliziertheit so fein, so weich und zart, daß der Körper sich seiner mit besonders zärtlicher Liebe und Sorgfalt annehmen mußte. Er bettete es weich und sicher in der knöchernen Kapsel des Schädels, daß es vor Stoß und Schlag und Schaden behütet sei, er schützte es so, wie kein zweites Organ des Leibes. Aber das genügt allein zum Schutze nicht. Das Gehirn ist ja so weich, daß es, wie wir am herausgenommenen Gehirn sehen, unter der Last seines Gewichtes zusammensinkt, wie die Qualle am Meeresstrande. Wenn das Gehirn so arbeiten sollte, es könnte nicht, weil die Adern zusammengedrückt würden und das Blut nicht einströmen könnte. So bedurfte es einer ganz besonders raffinierten Vorrichtung zum Schutz gegen den Druck seines eigenen Gewichts. Gehirn und Rückenmark sind luftdicht in die hohlen Knochenräume des Schädels und Rückgratskanales eingeschlossen. Innerhalb dieser Knochenräume sind sie von drei Häuten umgeben. Einer äußeren, sehr derben harten Hirnhaut, die die Innenfläche der Schädelkapsel über alle Vertiefungen und Vorsprünge hinweg fest auspolstert und in die Löcher eindringt, durch die die Nerven und Adern austreten, die sie scheidenartig fest umhüllt. In dieser Haut verlaufen auch Hohlräume, die das verbrauchte Blut aus dem

Digitized by Google

Gehirn abführen. Dann folgt die Spinnwebenhaut, eine zarte Haut, die das Gehirn umkleidet, ohne aber zwischen die Windungen der Oberfläche einzudringen, die sie brückenartig überzieht. Die innerste Hülle, die weiche Hirnhaut, eine sehr gefäßreiche Haut, senkt sich in alle Vertiefungen des Gehirns und Rückenmarks ein. Alle drei Hüllen setzen sich durch das Hinterhauptsloch in den Wirbelkanal fort und umgeben hier sackartig das Rückenmark. Zwischen harter Hirnhaut und Spinnwebenhaut sieht man eine geringe Menge klarer Flüssigkeit, eine größere zwischen Spinnwebenhaut und weicher Hirnhaut. So ist das Gehirn allseitig von der Gehirnflüssigkeit umgeben. Und wie die Qualle, von mitleidiger Hand ihrem Element, dem Wasser, zurückgegeben, durch den Auftrieb des Wassers sein Gewicht verliert, so das Gehirn. Nehmen wir an, daß ein Gehirn an der Luft gewogen 1350 Gramm wiegt, so berechnet sich nach Kollmann seine Schwere, mit der es auf den Boden der Schädelkapsel drückt, auf 20 Gramm! Die Hirnflüssigkeit steht unter einem gewissen Druck, der einen Quecksilberdruck von 5,7 mm Quecksilber beträgt, das ist derselbe Druck, wie ihn die Venen in der Schädelkapsel aufweisen.

Was ist die Folge dieser Einrichtung? Die Gewichtsverminderung ist notwendig, weil das Gehirn sonst seine unter ihm liegenden Adern und Nerven zusammendrücken würde. Anderseits hat auch der Druck der Gehirnflüssigkeit seine Bedeutung. Wenn Menschen Stichwunden in die Wirbelsäule erleiden, durch die das Rückenmark nicht verletzt, wohl aber der Flüssigkeitssack entleert wird, so taumeln sie wie Betrunkene, erbrechen und zeigen die Anzeichen einer schweren Gehirnerschütterung. Gleichzeitig treten Lähmungen der Beine und der Blase ein. Sobald sich nach einigen Tagen die Wunde geschlossen hat und die Flüssigkeit sich wieder ansammeln kann, schwinden alle Symptome. Longet hat bei Tieren die Flüssigkeit durch eine Kanüle entleert.

Digitized by Google

dieselben Symptome: taumelnder Gang, Erbrechen, Lähmungen. Bei der Sektion war das Gehirn außerordentlich blutreich. Warum? weil der Gegendruck der Hirnflüssigkeit fortgefallen war. Diese Flüssigkeit reguliert in einfachster und vollkommenster Weise den Druck im Gehirn und sucht ihn möglichst gleichmäßig zu erhalten. Ist das Hirn tätig, strömt viel Blut ein, so entweicht das Hirnwasser in den Rückgratskanal, in dem durch Druck auf die zahlreichen Venen der Raum vergrößert wird, um beim Nachlassen des Hirndruckes in den Schädel zurückzuströmen. Ist der Blutgehalt des Gehirns gering, so wird mehr Hirnwasser von der Spinnwebenhaut ausgeschieden. Außerdem spielt die Gehirnflüssigkeit eine große Rolle bei der Geburt. Der Schädel ist weich, die Nähte sind noch nicht verwachsen, da schützt wiederum das Hirnwasser durch Gegendruck vor dem großen Druck, den der kindliche Schädel zu erleiden hat.

Wodurch wird aber die Blutzufuhr zum Gehirn reguliert? Die Körperorgane wissen wir, regeln ihren Blutbedarf dadurch, daß reflektorisch ihre Gefäße sich erweitern und verengern. Das Gehirn hat, wie nachgewiesen ist, solche Vorrichtungen nicht. Die Regulierung des Blutzuflusses zum Gehirn können wir uns nur so vorstellen, daß, wenn das Gehirn tätig ist, gleichzeitig ein Zentrum erregt wird, das reflektorisch die Gefäße des übrigen Körpers sich fest zusammenziehen läßt, so daß sie wenig Blut einlassen. Wir wissen ja, daß wir bei geistiger Tätigkeit zu anderer Arbeit unfähig sind, und daß wir nicht geistig arbeiten können, wenn, wie bei der Verdauung, auch andere Organe viel Blut brauchen.

Noch eine andere Regulierung der Blutverhältnisse haben wir Menschen, nur wir Menschen. Wenn wir von Affekten, von Schmerz und Trauer, oder von fröhlicher Heiterkeit erregt und von Scham befallen werden, so lachen, weinen und erröten wir. So wenigstens muß man die

Digitized by Google

äußeren körperlichen Erscheinungen der Gemütsbewegungen meiner Meinung nach auffassen, als Reguliervorrichtungen. Beim Lachen holen wir tief Atem, um in kurzen, abgebrochenen, lauten Stößen bis zum letzten Rest gewaltsam auszuatmen. Das Gegenteil: Weinen. In kurzen, oberflächlichen, stotternden Stößen atmen wir — meist durch die Nase — aus, um tief, schwer seufzend mit erweiterten Nasenöffnungen und vorgebeugtem Halse einzuatmen, bis die Tränen in reichen Perlen über die Wangen fließen. Was ist der Effekt dieser konvulsiwischen Erscheinungen? Beim Lachen wird dem Blut die Rückkehr zum Herzen möglichst erschwert. Das Gehirn muß strotzend gefüllt sein mit venösem Blut, beim Weinen wird durch die fortgesetzten, tief seufzenden Atemzüge der Brustkorb aufs äußerste erweitert, daß das venöse Blut schleunigst zurückgesogen wird. Jedermann weiß, wie wohltuend es ist, in großer Traurigkeit sich auszuweinen. Weiß auch, wie gut es tut, wenn man so recht herzhaft lachen kann. Freilich ist die Annahme, daß Lachen und Weinen eine Regulierung der Blutverteilung darstellt, nur eine Hypothese, aber sie scheint nicht unwahrscheinlich. Für die Richtigkeit der Hypothese spricht, daß, wenn man ohne Grund herzhaft lacht, z. B. durch „Ansteckung", also sein Blut in geeigneter Weise verteilt, die Stimmung selbst eine lächerliche wird. Umgekehrt gibt es krankhafte Zustände mit tiefer seelischer Niederdrückung (Melancholie) ohne Grund zu trauern, die in besonderen Blutverteilungsverhältnissen ihren Grund haben. Weiter kann man durch Einatmen von Stickoxydul, „Lachgas", Lachen künstlich hervorrufen. Dieses Gas kann nur so wirken, daß es auf die Blutzufuhr im Gehirn Einfluß hat. Und wenn auch beim Kitzeln ein unwiderstehliches Lachen sich einstellt, so spricht das auch nicht gegen unsere Annahme. Wir müßten uns vorstellen, daß durch das Kitzeln die Blutverteilung im Körper und darnach auch im Gehirn eine andere wird.

Digitized by Google

Im 30jährigen Kriege war es, wie wir aus Grimmelshausens Simplizissimus wissen, ein barbarischer Scherz der rohen Soldateska, die Fußsohlen eines angeschnallten Menschen von einer Ziege belecken zu lassen, nachdem Salz darauf gerieben. Die Ziege leckte, das kitzelte, und in wahnsinnigem unaufhörlichem Lachen wurde das arme Opfer in den Tod getrieben. Der Tod tritt infolge starker Herzerweiterung mit anschließender Lähmung ein, weil das Herz die Mehrarbeit nicht bewältigen kann.

Das Erröten bei Scham und Verlegenheit ist wohl auch auf veränderte Blutverteilung zurückzuführen. Das Erröten ist vom Willen völlig unabhängig, man tut es stets unfreiwillig, kann sich nicht auf Wunsch zum Erröten bringen. Beim Erröten ist der Blick nach unten gesenkt, der Kopf geneigt, das Gesicht verliert seinen belebten Ausdruck. Man hat ein merkwürdig undefinierbares Gefühl in der Herzgegend, und ist ganz unfähig ein vernünftiges Wort zu sagen oder einen Gedanken zu verfolgen. Man stottert in größter Verlegenheit einige der Situation nicht angepaßte Worte. Auch das Erröten können wir künstlich hervorrufen, mit denselben Erscheinungen der Geistesverwirrtheit, durch Einatmen von Amylnitrit. Die Sache liegt wohl so: wenn ein Affekt eintritt, muß eine besondere Blutverteilung stattfinden, die durch körperliche Unterstützung gewährleistet wird. Umgekehrt, wenn die Blutverteilung künstlich hervorgerufen wird, tritt die entsprechende Gemütsstimmung ein. Ist die Gemütsstimmung, Trauer oder Heiterkeit, da, so wirkt zweifellos der Ausbruch der krampfhaften körperlichen Erscheinungen wohltuend und erleichternd.

Aber wir wollen uns aus dem nebelhaften Reich vorläufig unbeweisbarer Hypothesen wieder auf den rauhen Boden der Wirklichkeit zurücktretten. Alle Tiere haben ihr Gehirn vorn, oder oben, im Kopf. Auch der Mensch. Der vordere Teil ist es, der am ehesten mit der Außen-

Digitized by Google

welt in Berührung kommt, der am ehesten eine Veränderung der Umgebung spürt. Deswegen mußten hier vorn auch die edelsten Sinnesorgane ihren Sitz haben, um zu wachen und den Körper vor Überraschungen zu behüten. Auge, Ohr und Nase, die in die Ferne wirkenden Sinne müssen dem Gehirn sofort und jederzeit Meldungen bringen von dem, was in der Außenwelt vorgeht. Das Gehirn trifft darnach sofort seine Entschließungen. Es muß also, um keine Zeit durch lange Leitungen zu verlieren, in nächster Nähe sein, also auch im Kopf. In dem Gehirn spiegelt sich die Welt mit ihren Farben, Tönen und mannigfaltigen Reizen. Aber das Gehirn ist nicht nur Spiegel. Es ist auch photographische Platte und Phonograph, die alles fixieren und dem Hausarchiv, dem Gedächtnis, übergeben. Und mehr noch, das Gehirn kann die Bilder ordnen und Erfahrungen schaffen. Es sammelt diese Erfahrungen in dem Buch des Lebens, das jeder einzelne für sich führt. In diesem Buch kann das Gehirn zu jeder Zeit lesen, und Gedankenarbeit verrichten, die Bilder miteinander verbinden und verknüpfen für gewollte Zwecke. Und in unendlicher Kombination kann es aus seinen Erfahrungen selbstschöpferisch neues bilden, es schafft sich in immer vollendeterer, verfeinerter Weiterentwicklung seine Kultur und seine Ideale. Und alle diese Kulturwerte kann der Mensch dem Menschen übermitteln durch sein Wort, oder in Büchern festhalten, daß die ganze Menschheit an den Schöpfungen teilnehmen kann. So häuft sich ein immer größerer Vorrat von Erfahrungen der Menschheit, in die jeder neue Mensch sich hineinwachsen und eingeweiht werden muß. Wohl waren die Denk*formen* dieselben vor 2000 Jahren, wie heute, aber der Denk*inhalt* ist ein anderer geworden. Unaufhörlich sammelt die Kultur die Erfahrungen, aber nie wurde der Wissensstoff so plötzlich und so rasend vermehrt, als in den letzten 100 Jahren. Mit fieberhaftem Hasten trachtet jeder darnach, diese Wissens-

Digitized by Google

schätze in sein Gehirn zu pfropfen. Er will und muß, will er konkurrenzfähig bleiben, will er nicht untergehen im Kampf ums Dasein. Aber nicht jedes Gehirn ist dieser Kultur angepaßt. Überarbeitet, überhastet, erschöpft versagt das Gehirn und geht zugrunde. Die Irrenhäuser füllen sich in erschreckender Weise. Bezeichnend ist es, daß die Gehirnerweichung, eine Krankheit, die typisch ist für die Überarbeitung des Gehirns und von Jahr zu Jahr mehr Opfer fordert, eine Kulturerrungenschaft ist, die den Naturvölkern völlig fehlt.

Die Biographie so mancher Geistesheroen schließt mit dem brutalen Postskriptum: er starb von Wahnsinn umnachtet.

Ist das nicht erschreckend?

Kultur, wohin führst du uns!

III.

Am Herdfeuer des Lebens.

Ich sitze am Schreibtisch und lasse, in Gedanken verloren, Traumfäden spinnend, meine Augen über die winterliche Landschaft gleiten. Draußen ist's bitterkalt. Ein schneidender Ost treibt den wenigen, dicht verhüllten, trippelnden Menschenkindern auf der Straße die Tränen in die Augen und bläst ihnen scharfspitzige, schneidende Eiskriställchen in das rotnasige Gesicht. Wie kristallene Orgelpfeifen hängen lange Eiszapfen von den Dachrinnen. Im Garten strecken die entlaubten Bäume die dürftigen Zweige kahl und hilflos in die Luft, und wenn der Wind die Äste peitscht, dann ächzt der Baum wie in Schmerzen. Auf den hartgefrorenen Gartenwegen kein Wurm, kein Käfer, keine Raupe. Eisiges

Digitized by Google

Schweigen überall. Alles schläft. Und ich träume von dem langen kalten Schlaf, der alle Jahre wiederkehrend bleiern auf das Leben in der Natur sich legt, von dem Winterschlaf, in dem Bäume und Blumen schlummern, bis Prinz Frühling kommt und das Dornröschen wach küßt, daß jubelnd der Saft in die Zweige steigt und Blätter und Knospen im Frühlingsschauern sprossen und schwellen. Träume von dem Schlaf, in dem Maulwurf und Igel unter schützender Decke befangen sind, bis die harte Zeit vorüber ist, und von dem Todesschlaf, in den die unbarmherzige Natur jetzt Millionen ihrer Kinder eingehen läßt zur ewigen Ruhe.

Und wie ich so träume von Wintersfrost und Frühlingshoffen und von der belebenden Wirkung der Wärme, werde ich selbst in die rauhe Wirklichkeit zurückversetzt durch unbehagliches Frostgefühl. Richtig, das Thermometer zeigt nur 5° C. Der Ofen ist lange ausgegangen. Ja, das kommt vom Träumen!

Ich sorge dafür, daß der gute treue Freund in kalter Zeit wieder mit Brennmaterial versehen wird, und lasse durch die offene Klappe ordentlich Luft zu. Hei, wie der Ofen „zieht", wie lustig die lodernde Flamme prasselt! Der Ofen brennt sogar zu stark, denn als ich nach einiger Abwesenheit das Zimmer wieder betrete, ist es drückend heiß — das Thermometer zeigt 25° C. Ich öffne die Ventilationsklappe, die warme Luft zieht in kräftigem Strom ins Freie. So, nun ist's endlich wieder behaglich für sitzende Tätigkeit. Und ich sitze am Schreibtisch und überlege mir die verschiedenen Probleme, die mir eben auftauchten.

Warum fror ich denn vorhin, warum war es mir so unbehaglich beim Frieren? Warum war es mir später drückend warm, und nachdem ich die „richtige" Temperatur hergestellt, so recht wohlig? Warum? Die Antwort scheint leicht. Es war doch kalt im Zimmer, da war ich kalt geworden. Und als es heiß wurde, da wurde ich warm.

Digitized by Google

Und doch ist das nicht richtig. Denn wenn ich mich gemessen hätte mit dem Thermometer, würde ich gefunden haben, daß meine Körpertemperatur in beiden Fällen dieselbe war, etwa 37 ° C. Gestern maß ich mit dem Thermometer einen Fieberkranken, der vor Frost zähneklappernd in seinem Bett lag und klagte, daß er nicht warm werden könne. Und seine Körpertemperatur war 40 °, 3 Grad über der normalen. Früher maß ich einmal einen Menschen, dem es schrecklich heiß war (er hatte zu viel Wein getrunken), seine Temperatur war 36 °. Was sind das für Widersprüche?

Um uns das klar zu machen, müssen wir überlegen, wie überhaupt Empfindungen zustande kommen. Wir sehen nicht die Gegenstände der farbenprächtigen Welt, sondern nur die Bilder, die sie auf unserer Netzhaut hervorzaubern. Für den Blinden gibt es keine Farbenpracht in Wald und Flur. Wir hören nicht die bestrickenden Töne der Musik, sondern empfinden nur die Schwingungen, die die Schallwellen in unserem Ohrklavier erzeugen. So fühlen wir nicht die Wärme der Außenwelt, sondern nur ihre Wirkung auf unseren Körper. Ist's draußen kalt, so verengern sich die Gefäße unserer Haut, die kleinen Härchen richten sich auf — Gänsehaut — wir zittern am ganzen Körper. Wenn unsere Hautgefäße eng sind, wenn eine Gänsehaut uns überläuft, wenn wir zittern, dann frieren wir. Weil unsere Hautgefäße weit sind, schließen wir, jetzt ist uns warm. Einerlei, wodurch die Erweiterung zustande kam, ob durch ein lebhaftes Gespräch, oder durch Muskeltätigkeit selbst im kalten Winter im Freien, oder durch Alkohol, oder im heißen Zimmer.

Aber nun taucht noch eine Menge von Fragen auf: Warum denn das Zittern und die Gänsehaut, warum die Rötung der Haut? Warum haben wir eine „normale" Körpertemperatur von 37 ° C.? Woher kommt die Wärme, und woher kommt's, daß sie dauernd diese Höhe hält? Ist

Digitized by Google

das alles ein Vorrecht der von der Natur bevorzugten Menschen, oder ist es bei den Tieren ebenso?

Wir wollen versuchen in diesen Wirrwarr von Fragen etwas Ordnung zu bringen.

Ein gewisser Grad von „Wärme" ist für alles Leben notwendig. Unter eine gewisse Grenze kann man eine lebende Substanz nicht abkühlen, ebenso sie nicht über eine gewisse Temperatur erhitzen, wenn nicht das Leben erlöschen soll. Die Temperaturgrenzen sind für die mannigfaltigen Formen, unter denen sich das Leben zeigt, verschieden. Läßt man Amöben im Wassertropfen auf 0° abkühlen, so stellen sie ihre Bewegungen ganz ein, um bei langsamem Erwärmen sich wieder zu bewegen. Läßt man sie einfrieren, so ist alles Leben ein für allemal erloschen. Erwärmt man die lebenden Amöben langsam, so werden die Bewegungen immer lebhafter, um bei 35° C. aufzuhören. Die Amöben nehmen dann Kugelform an, und fangen bei Abkühlung wieder an, sich zu bewegen. Ein anderes einzelliges Lebewesen, das Paramäcium, sucht in verschieden erwärmtem Wasser immer die Stellen auf, wo eine Temperatur von 24—28° C. ist. Bei dieser Temperatur sind auch seine Bewegungen am lebhaftesten. Steigt die Temperatur, indem man das Wasser einseitig erwärmt, so sucht das Paramäcium die kälteren Stellen auf, kühlt man das Wasser ab, se geht es an einen wärmeren Platz. Alles was lebt, hat eine bestimmte Temperaturgrenze, bei der sein Leben am besten gedeiht, aber die Möglichkeit zu leben ist innerhalb weiterer Grenzen gegeben, zwischen einem niedrigsten und einem höchsten Punkt. Das nennt man den Temperaturspielraum. Übersteigt die Temperatur diesen Spielraum nach oben oder unten, so sucht sich das Lebewesen zu schützen durch die Flucht und das Aufsuchen günstigerer Verhältnisse oder besondere Vorrichtungen (Abkapseln). Wenn es das nicht kann, erlischt das Leben.

Digitized by Google

Nun kommt bei den mehrzelligen lebenden Wesen, den Wesen, die einen „Zellenstaat“ bilden, noch etwas hinzu. Alle Zellen bilden bei ihrer Arbeit Wärme. Diese ist bei den einzelligen Lebewesen so gering, daß sie für das Leben kaum in Betracht kommt, zumal sie direkt an das umgebende Wasser abgegeben wird. Bei den Mehrzelligen wird die Wärme mehr zusammengehalten und um so mehr, je dichter die einzelnen Individuen sich zusammendrängen. Der Bienenwirt Huber fand in den Bienenstöcken im Winter 30 bis 32° C., im Sommer 33—36° und zur Zeit des Schwärmens sogar 40°! Weiter wissen wir, daß Wasser in einem Gefäß, in dem sich Frösche aufhalten, wenigstens etwas wärmer ist, als es sonst sein würde.

Woher die Wärme? Sie stammt, wie wir jetzt wissen, aus Verbrennungsprozessen, die in der Zelle vor sich gehen. Denn alles Leben beruht auf solchen Verbrennungsprozessen. Das Brennmaterial, das verbrannt wird, sind Kohlehydrate, Zucker und Stärke, zur Not auch Fett, die zum Verbrennen nötige Luft ist der Sauerstoff der Atemluft. Genau so, wie im Ofen unter Einwirkung des Sauerstoffs Kohle verbrannt wird, zur Not auch Holz, und Wärme entsteht, so auch in den Zellen der lebendigen Natur. Alle tierische Wärme stammt also (bei guter Ernährung) aus den Nahrungsmitteln, aus der Außenwelt. Es müßten also die Nahrungsmittel im Ofen verbrannt, dieselbe Wärme entwickeln, wie im Körper. In der Tat ist dieser Versuch oft gemacht worden und die Richtigkeit der Annahme im Prinzip bewiesen. Aber der Ofen brennt nur eine gewisse Zeit, es muß Brennstoff nachgelegt werden; so müssen die Lebewesen den Brennstoff nachlegen, Nahrung zu sich nehmen.

Wie ist's beim Menschen? Auch der Mensch produziert in seinem Innern fortwährend durch die nie aufhörende Zellentätigkeit Wärme. Je tätiger und größer die Organe, desto mehr Wärme wird gebildet. Deswegen

Digitized by Google

wundert es uns auch gar nicht, daß die Muskeln mit ihrer Arbeit die Hauptquelle unserer Körperwärme sind. Bilden sie doch fast die Hälfte, und zwar eine sehr lebendige Hälfte unseres Körpers! Daneben kommt noch die Tätigkeit der Drüsen in Betracht, besonders die der größten Drüse, der Leber. Wenn wir körperlich arbeiten, wird es uns warm, das ist bekannt. Und um so wärmer wird es uns bei der Arbeit, je ungeübter wir sind, weil wir die Arbeit noch nicht ökonomisch gestaltet haben und eine ganze Reihe von Muskeln in Bewegung setzen, die zu dieser Leistung überflüssig sind.

Wie alle Öfen sich fortgesetzt abkühlen, weil sie ihre Wärme an die Luft abgeben, so der Menschenofen. Würden wir Menschen gar keine Wärme abgeben, so stiege unsere Temperatur fortgesetzt an. Nach 24 Stunden hätten wir eine Körpertemperatur von 85°, nach einem Jahre 17412° (nach Karl Ranke). Das machen unsere Körperzellen nicht mit. Unser Ofen muß Wärme a b g e b e n. Soviel, daß dauernd im Innern des Körpers eine Temperatur von 37° C. ist. Das ist das Optimum für unsere Körperzellen, und ihr Temperaturspielraum, d. h. die Grenzen innerhalb deren sie überhaupt noch leben, schwankt zwischen 27° und 44°, was man an den Temperaturgrenzen noch leben nennt! Also muß der Mensch, und mit ihm ein großer Teil der Tierwelt, Vorrichtungen haben, die seine Körpertemperatur gegenüber der Außenwelt auf einem bestimmten Niveau erhalten. Was sind das für geheimnisvolle Regulatoren?

Es gibt Tiere, die solch einen Regulator nicht haben. Sie gleichen einem Stubenofen, der immer nachgefüllt werden muß. Ist es kalt, so wird mehr Brennmaterial, d. h. Nahrung zugeführt, ist es wärmer, dann ist weniger nötig. Von einer gleichmäßigen Regulierung der Wärme kann keine Rede sein. Man nennt diese Tiere ohne festgelegte Innentemperatur „wechselwarme“ (kaltblütig), im Gegensatz zu den

Digitized by Google

„dauerwarmen" (warmblütig, gleichblütig). Das ganze Myriadenheer von Insekten, die Fische, Amphibien, Reptilien gehört zu den Wechselwarmen (Kaltblütern), und auch unter den Säugetieren gibt es eine Reihe. Sie produzieren alle bei ihrer Lebenstätigkeit Wärme. Aber die kalte Außenluft nimmt ihnen ihre Wärme ab, das Wasser den Fischen, sodaß sie immer die Temperatur ihrer Außenwelt haben, oder doch nur eine unwesentlich höhere. Was ist die Folge?

Da sehen wir im Sommersonnenglanz auf der efeuumsponnenen Mauer die zierliche Eidechse mit ihren lebhaft blinzelnden Äuglein in graziösen, raschen Bewegungen schnell dahinhuschen. Alles Leben, alles Bewegung! Dieselbe Eidechse bei 0°. Da liegt sie schlaff, träge, fast scheintot. Ich kann sie mitten durchschneiden, sie rührt sich kaum. Ihr Element ist die Sonne, die Wärme. Denn nur, wo Wärme ist, können die Zellen arbeiten. Und da die Außenwelt nie einen so hohen Grad von Wärme hat, wie etwa unsere Körpertemperatur, so geht das Leben der Wechselwarmen, der Kaltblüter, auch viel „kaltblütiger" vonstatten. Es zeichnet sich durch Gemessenheit und Würde von dem lebhaften Warmblüterleben aus. Man vergleiche die unbewegliche Ruhe der Aquarien, des Amphibien- und Reptilienhauses mit dem quecksilbernen Leben in den Vogelhäusern der zoologischen Gärten!

Fliegen sind unangenehme Störenfriede. Aber wenn eine einzige als Wintergast im Zimmer zurückgeblieben ist, geschützt vor Winterfrost und Kälte, dann schließt man leicht Freundschaft. Wie gerne haben wir Menschen doch irgend etwas lebendiges um uns. Meine Privatstubenfliege steht mit mir auf ganz vertrautem Fuße. Ich kenne auch ihre Gewohnheiten. Wenn es ganz kalt ist, setzt sie sich in das wärmste Eckchen des Zimmers, das sie auftreiben kann und rührt kein Glied, sobald aber behagliche Wärme das Zimmer durchzieht, hei, wie sie summend vor Übermut durch ihr

Digitized by Google

Revier fliegt. Immer ist ihr Freund der Ofen. Vor dem kalten Zimmerfenster hat sie einen höllischen Respekt. Die Wechselwarmen haben ein großes Bedürfnis nach Wärme, sie meiden möglichst die Kälte und suchen ihr zu entfliehen. In der Wärme des Sommers braust der Kampf zwischen Genuß und Mangel. Aber wenn der Herbst kommt, wird es schon stiller in der Natur, und im Winter —. Was macht die wechselblütige Gesellschaft im Winter? Nun, will sie nicht untergehen, muß sie vor ihm fliehen. Und sie flieht vor dem Frost in den Schoß der Erde. In Erdlöchern, Höhlen, Mauerspalten und den Ritzen der Baumrinde gewährt die Natur Billionen von ihnen Schutz vor dem totbringenden Hauch des Winterfrostes. Freilich können die Tiere hier nicht „leben", sich nähren. Sie schlafen, einen eigentümlichen Schlaf, den Winterschlaf. Die Insekten all gehen zur Ruhe, so oder als Larven und Puppen. Die Ameisen erstarren bei 2° und liegen dichtgedrängt in ihren Nestern. Die Wespen und Hummeln sterben, aber nur die Männchen und Arbeiter, die befruchteten Weibchen schlafen im regungslosen Winterschlaf, um im Frühjahr daraus zu neuem fruchtbringenden Leben zu erwachen. Die Bienen kennen keinen Winterschlaf. Sie überwintern als Gesellschaft. Sie haben Wärme genug. Das Volk erzeugt die Wärme und nährt sich von den Vorräten des Sommers. Sonst schlummert alles Insektenleben, bis die ersten Strahlen der warmen Frühlingssonne ihnen zuruft: Heraus, ihr Schläfer, jetzt ist's Zeit!

Wie quakten an lauen Sommerabenden in tollem Übermut die grünröckigen Frösche im Teich! Wie hüpfte die Gesellschaft umher, sich Käfer und Larven zu fangen. Jetzt sind sie still geworden, ganz still. Im Spätherbst schon haben sie sich auf den Grund des Wassers begeben und sich in den Schlamm gebohrt. Da liegen sie nun in friedlichen Reihen nebeneinander und warten ab was kommt. Und wie

Digitized by Google

sie machen es die Kröten, die Schlangen und Karpfen. Nicht alle Fische machen es so. Sie können eine Temperatur von + 4° C. aushalten. Und da die Natur dafür gesorgt hat, daß die Bäche nicht auf den Grund in Frost erstarren, sondern unten immer eine Schicht von +4° warmem Wasser ist, so führen die Fische hier ein zwar nicht verwöhntes, aber doch ein beschauliches Dasein. Können Fische das Einfrieren vertragen? Erfahrene Fischer sagen: nein. Und das deckt sich mit den Untersuchungen von Kochs, der fand, daß ein Einfrieren alles Leben zerstört. Auch der Frosch verträgt, trotz aller gegenteiliger Mitteilungen, ein Einfrieren im Wasser nicht. Wenn die Temperatur des Wassers in dem Gefäß, in dem sich der Frosch aufhält, sinkt, so werden seine Bewegungen träger. Das Wasser friert ringsum. Der Frosch sitzt in einer eisfreien Höhle in der Mitte. Die Eiswand wird stärker, die Höhle kleiner, der Frosch rührt sich nicht. Bis das Eis ihm allzu sehr auf den Leib rückt, seine Beine einfrieren. Dann macht er einige kräftige Bewegungen (um seine Temperatur zu erhöhen) und Kochs fand an ihm immer noch + 2°. Wurde der Versuch so weit getrieben, daß der Frosch mit einfror, dann war er nicht wieder ins Leben zu bringen. Wenn Pictet Frösche bis auf eine Temperatur von — 20° gebracht und dem Leben hat zurückführen können, so beweist das, daß der Frosch noch über ganz besondere Hilfsmittel verfügen muß, damit nicht alles Blut in seinem Herzen und den großen Gefäßen erstarrt.

Auch eine Reihe von Säugetieren verfällt in Winterschlaf: Murmeltiere, Siebenschläfer, Hamster, Igel und das kuriose Volk der Fledermäuse. Sie schlafen, sobald die Temperatur etwa + 5° erreicht hat, in Erdhöhlen und hohlen Bäumen zusammengekugelt, oder in Laub dicht eingewickelt. Die Fledermaus schlägt sich in den Mantel ihrer Flughaut ein und hängt so den Kopf nach unten, ohne Nah-

Digitized by Google

rung zu sich zu nehmen, ein tragikomisches Jammerbild, den ganzen Winter im Kirchturme. Bei allen diesen Tieren hört die Atmung fast ganz auf. Sie dürfen nicht atmen, weil sie sonst Brennmaterial verbrennen, und wenn sie verbrennen, müssen sie sich nähren. Also nur so wenig wie möglich atmen. Ein Murmeltier, das in wachem Zustande 50—70 Atemzüge in der Minute macht, macht jetzt nur 2—8, die Herztätigkeit sinkt von 200—300 Schlägen auf 14—36. Die ganze Lebensenergie, ihre Beweglichkeit, die Erregbarkeit des Nervensystems, alles ist herabgesetzt, aber das Tier lebt noch. Darum braucht es immer noch etwas Nahrung. Diese bildet das Körperfett. Fett und feist legen sich die Tiere zum Winterschlaf und zum erschreckenden Skelett abgedörrt weckt sie die Frühlingssonne.

Also folgern wir: Alles, was lebt, braucht zum Leben Wärme, produziert Wärme und gibt Wärme an die Außenwelt ab. Hat es keine Reguliervorrichtungen, so kann es bei kaltem Wetter nicht leben und muß sich vor ihm flüchten.

Unsere Körperzellen haben es gut. Der Organismus stellt ihnen dauernd ihre günstigste Temperatur, ein tropisches Klima von 37 ° zur Verfügung. Das ist gut so, denn so kann das Zellenleben in seinen Fähigkeiten ungehindert walten. Hat es die Temperatur immer? Unter allen Umständen? Der nackte Mensch hält seine Körpertemperatur konstant, wenn die Außenwärme nicht unter 27 ° C. liegt (Senator). Für den nackten Menschen ist also die untere Grenze des Temperaturspielraumes 27 °. Sinkt sie darunter, so kann der Mensch nicht soviel Wärme produzieren, als er abgeben muß, die Temperatur des Leibesinneren sinkt immer mehr, die Gefahr des Erfrierens rückt näher. Wir beobachten einen Menschen bei kaltem Wetter in der Badeanstalt (im Freien), wenn er lange Zeit entkleidet umhergeht. Seine Haut wird blaß, eine Gänsehaut ist,

Digitized by Google

besonders an den Armen, zu sehen, er fängt an zu schaudern und zu zittern. Schließlich klappern die Zähne, er kauert sich zusammen. Rasch zieht er warme Kleider an, macht schnelle Bewegungen, vielleicht trinkt er auch eine Tasse heißen Tees und ißt mit großem Hunger.

Warum z i t t e r t er? Wenn ein Ofen bei genügendem Brennmaterial nicht brennt, nicht genug Wärme produziert, was tut man? Man macht die Feuerungsklappe offen, läßt also Sauerstoff zuströmen, daß die Kohlen aufflackern. Ganz dasselbe macht unser Mann: Im Schaudern holt er tief und langsam Atem, und die Muskeln beeilen sich, mehr Wärme zu liefern, indem sie rasche Bewegungen machen: zittern. Das Zittern ist also ein Hilfsmittel, um rasch Wärme zu produzieren. So stellt sich auch bei starker Abkühlung aus demselben Grunde ein Drang zur Bewegung ein, man läuft, um warm zu werden.

Warum wird die Haut im Frost blaß? Wie der Ofen seine Wärme abgibt an die Außenwelt, so der Körper. Wenn ich mein kaltes Zimmer wärmen will, so schließe ich sämtliche Fenster und Löcher und verstopfe die Ritzen, daß nicht die warme Luft ins Freie entweicht. Im Frost macht's der Körper ebenso. Das Blut, das durch die Haut strömt, kommt mit der kalten Luft in enge Berührung. In der Kälte schließt der Körper diese Abzugsquelle so viel wie möglich. Die Hautgefäße sind eng zusammengezogen. Und die Hautmuskeln ziehen die Haut selbst noch mehr zusammen, daß die Haare zu Berge stehen, und die kleinen Talgdrüsen sich vorbuckeln, das ist die Gänsehaut. Natürlich gibt auch jetzt noch der Mensch Wärme ab, um so mehr, je größer seine Oberfläche ist, und instinktiv verkleinert er seine Körperoberfläche, indem er sich zusammenkauert, wie wir es immer tun, wenn wir am Winterabend in das kalte Bett steigen. Bei kaltem Wetter trinken wir gern heiße Getränke. Die Wärme, die wir damit unserem Körper zu-

Digitized by Google

führen, ist zwar gering, aber — jedes bißchen hilft. Und Hunger haben wir! Man sehe einmal die Knaben, welch fabelhaften Appetit sie entwickeln nach einem kalten Bad im Fluß! Sie haben soeben viel Wärme abgeben müssen, aber jetzt heißt's neue bilden, den Ofen heizen. Brennmaterial zuführen, also essen. So haben wir auch im Winter größeren Hunger, und besonders Appetit auf fette Speisen, weil diese gutes Brennmaterial sind. Die Eskimos feiern bekanntlich in Tran ihre Kommerse. Und die Ostsibirier trinken geschmolzene Butter pfundweise.

Je größer die Körperoberfläche, desto stärker die Abkühlung. Deswegen haben auch magere Menschen die größte Wärmeabgabe und müssen im Verhältnis mehr essen, als die dicken. Je kleiner die Individuen, desto größer ist ihre Oberfläche im Verhältnis zum Gewicht. Die Kinder müssen so viel essen, nicht nur um zu wachsen, sondern um ihre Wärmeverluste zu decken. Und wenn die Züchter kleine Rassen züchten, so müssen sie nicht nur ihr Wachstum, sondern auch die Wärme, die sie verlieren, bezahlen; bei kleinen Tieren geht mehr Futter verloren, sagen die Züchter. Die kleinen Tiere müssen viel intensiver Wärme entwickeln, um sich ihren eisernen Bestand zu erhalten. Darum haben sie auch eine verhältnismäßig höhere Temperatur. Die Vögel mit ihrem sehr lebhaften Stoffwechsel haben an sich schon eine höhere Körpertemperatur nötig; durchschnittlich etwa 41°, beträgt sie bei der Schwalbe 44°. Aber sie verlieren auch sehr viel Wärme durch die Abkühlung während ihres schnellen Fluges durch die Luft.

Schmächtige, magere Menschen leiden mehr von der Kälte, weil sie, im Vergleich zu ihrem Körper, eine recht große Oberfläche haben. Sehr fettleibige Menschen machen sich nicht so viel aus der Kälte, sie sind gut isoliert, gegen Wärmeabgabe geschützt durch die dicke Fettschicht. Das Fett ist ein ausgezeichneter Isolator, darum gab die Natur den

Digitized by Google

Säugetieren, die im Wasser leben, den Flossenfüßern und Walen eine so mächtige Speckschicht, daß sich deswegen die Jagd auf sie verlohnt. Das Wasser leitet die Wärme 20mal so gut als die Luft. So können die Tiere durch ihr Fett unter Eisbergen leben.

Das Fett hat eine doppelte Aufgabe im Körper: es dient als Isolator gegen Wärmeverluste, und als Reservevorrat bei knapper Nahrung. Es ist selbstverständlich, daß das Fett im Körper nicht erstarrt sein kann. Sein Erstarrungspunkt muß also über der Körpertemperatur liegen. Daher ist es erklärlich, daß Tiere, die wechselwarm sind und zuweilen recht tiefe Temperaturen im Körperinnern haben, ein Körperfett besitzen, das bei dieser Kälte noch flüssig ist, dessen Erstarrungspunkt also noch niedriger liegt. Die Aale haben wie man am geräucherten Aal sieht, ein dünnflüssiges Fett, ebenso die anderen Fische (z. B. Lachs). Die Säugetiere haben ein flüssiges Fett nicht nötig. Ihre Fette sind, wie wir wissen, fester (Schweineschmalz, Rindertalg). Aber es gibt hierin doch große Unterschiede. Das liegt daran, daß die der kalten Luft ausgesetzte Haut stets eine niedrigere Temperatur hat, wie das Körperinnere. Der Organismus hat das Bestreben, möglichst feste Fette zu bilden (mit hohem Erstarrungspunkt). Bei den Säugetieren, die im kalten Wasser leben, kann er das nicht — Walfische, Robben — sie liefern Tran. Wohl bei den landlebenden. Tatsache ist, daß das Fett des Körperinnern (z. B. Nierenfett) bei jedem Tiere härter und fester ist, als das der Haut. Ein jedes Tier hat nach den Untersuchungen von Henriques und Hansen Fette von verschiedenen Erstarrungspunkten, um so niedriger, je näher das Fett der Körperoberfläche ist. Daß der Organismus das Bestreben hat, möglichst feste Fette zu bilden, mag daran liegen, daß diese bei der Aufzehrung mehr Brennwert haben, mehr Kraft und Wärme liefern.

Daß die landlebenden dauerwarmen Tiere auch bei sehr

Digitized by Google

niedrigen äußeren Temperaturen die Innenwärme ihres Körpers dauernd erhalten können, danken sie außerdem vor allem ihrem Haar- und Federkleid. Wenn man ein Tier scheert, so geht seine Körpertemperatur herunter. Im Winter schenkt die Natur den Tieren einen dichteren Pelz, ein wärmeres Haar- und Federkleid. Was die Natur den Tieren hier gibt, das müssen wir uns selber machen, die Kleidung. Durch die Kleidung wird die Wärmeabgabe sehr wesentlich herabgesetzt. Nach den Untersuchungen von Rubner, Rumpel und Kramer wird die Wärmeausstrahlung der Haut durch Bekleidung durchschnittlich um 38,7% verringert. Im Winter ziehen wir uns, wie die Tiere, noch dickere Kleider und Pelze an. Bei hinreichendem Schutz sind wir in den Stand gesetzt, tiefe Temperaturen bis zu — 60° Celsius auszuhalten. Die Nordpolexpeditionen zeigen, gegen welche extremen Temperaturerniedrigungen sich der Mensch schützen und eingewöhnen kann.

Die Kleidung verschiebt die untere Grenze des Temperaturspielraums für den Menschen also ganz wesentlich, von + 27° bis auf etwa — 60°. Und wo die Kleidung allein nicht langt, da helfen wir durch Heizung unserer Wohnräume nach. Kleidung und Heizung sind unser künstliches Klima, sie setzen uns in den Stand, auch den tiefsten Temperaturen des Erdballs zu trotzen. Und wenn wieder einmal eine Eiszeit über unsere jetzt prangenden Fluren und Städte Eisberge wälzen sollte, dann wird die Menschheit nicht vor dem Eise fliehen, sondern dank seiner Technik sich sein eigenes Klima schaffen und gewappnet sein gegen alles, was kommen mag.

So schützen wir uns gegen niedrige Temperaturen. Was aber macht der Organismus, um auch bei höherer Temperatur seine Eigenwärme dauernd zu halten? Wenn es in meinem Arbeitszimmer zu heiß ist, so öffne ich das Fenster, schließe die Feuerungsklappe und lege kein Brennmaterial

Digitized by Google

nach. Dasselbe tut unser Körper auch. Die Ventilation, aus der er seine Wärme ausstrahlen läßt, sind die Blutgefäße der Haut. Wenn es draußen so warm ist, daß unsere Temperatur über 37° zu steigen droht, so erweitert er seine Hautgefäße. Wir sehen bei heißem Wetter gerötet aus. Durch die weiten Blutgefäße der Haut wird das Blut in schnellen Pulsen gejagt und kühlt sich an der Oberfläche, da wo die immerhin kältere Außenluft sie bestreicht, merklich ab. Und aus den Poren der warmen Haut dringt der Schweiß in dicken Tropfen. Der Schweiß verdampft an der Körperoberfläche und kühlt dadurch den Körper bedeutend ab. Verdunstendes Wasser „bindet" große Mengen von Wärme. Außerdem geben wir große Mengen von Wärme mit unserer Atemluft von uns, zum Teil weil die kalt eingeatmete Luft erwärmt wird, zum Teil weil die ausgeatmete Luft wassergesättigt ist, den Schleimhäuten durch Verdunsten Wasser und Wärme nahm. Im Sommer pusten wir vor Hitze. Durch das Pusten, ein beschleunigtes Ausatmen durch die enge Mundöffnung, nehmen wir der Wangenschleimhaut und den Lippen einen Teil ihrer Wärme fort.

Wir sind träge im Sommer, weil bei jeder Bewegung Brennmaterial verbrannt, zu der zu vielen noch mehr Wärme produziert wird. Und in dieser Unlust zu jeder Tätigkeit legen wir uns auf ein kühles Plätzchen, die Arme und Beine weit ausgestreckt, um der Luft möglichst viel Oberfläche zur Abkühlung zu bieten. Wie dolce ist das far niente für den Süditaliener!

Alle unsere Lebensgewohnheiten schneiden wir im heißen Sommer darauf zu, möglichst keine Wärme zu produzieren und die vorhandene möglichst abzugeben. Wir essen möglichst wenig und zur Abkühlung mit Vorliebe kalte Gerichte. Wir trinken kalte Flüssigkeiten in Massen, kalt, um uns abzukühlen, in Massen, weil wir durstig sind, da der austretende Schweiß den Körper wasserarm

Digitized by Google

macht. Wir kleiden uns leicht und locker in helle Gewänder, die nicht soviel Wärme aufsaugen, unsere Wärme leicht abgeben und den Schweiß möglichst verdunsten lassen. Und unsere Betten decken wir mit dünnen Decken. Wie wohl tut uns in Sonnenglut ein leise fächelndes Lüftchen! Wir wissen ja, daß nasse Flächen eher abtrocknen, d. h. ihr Wasser abdunsten, wenn ein Wind darüber fegt. Und je schneller die Abdünstung, desto größer die Wärmeentziehung. Diejenigen, die so glücklich sind, im offenen Automobil Sommerfahrten machen zu können, wissen, wie angenehm kühlend diese rasche Bewegung empfunden wird. Wollen wir uns noch mehr abkühlen, dann nehmen wir ein kaltes Bad. Das nimmt uns am rascheſten die überflüssige Wärme.

Im heißen Sommer haben wir in der Regel einen Überschuß von Wärme, wir fühlen uns heiß. Aber auch wenn die Luft draußen nicht warm ist, sogar im Winter unter Null Grad, können wir zuweilen soviel Wärme produzieren, daß wir sie abgeben müssen: Holzhacker schwitzen auch bei klarem Frostwetter nach harter Arbeit.

Hunde schwitzen nicht. Sie müssen ihren Wärmeüberschuß auf andere Weise loszuwerden suchen. Sie lassen aus dem weit geöffneten Maul und von der lang herabhängenden Zunge durch rasche Atemstöße möglichst viel Wasser verdunsten. Pusten können sie nicht.

Dadurch, daß wir schwitzen können, und nur dadurch, ist es uns möglich, auch bei Temperaturen auszuhalten, die weit über 37°, unserer Körpertemperatur, liegen. Denken wir an die Heizer auf den Ozeandampfern bei der Fahrt durch die Tropen!

Trockene heiße Luft wird gut vertragen. In römisch-irischen und türkischen Heißluftbädern kann die Temperatur bis auf 150° gebracht werden! Nackte Menschen halten es in einem Backofen von 200° C. immerhin 5 Minuten

Digitized by Google

aus. Dabei ist vorausgesetzt, daß die Luft sehr trocken ist, und begierig den verdunstenden Schweiß aufnimmt. Ist die Luft feucht, wie im russischen Dampfbad, so hält man höchstens eine Temperatur von 50° C. und auch diese nur kurze Zeit aus. Im Wasser von 44° konnte es Lemonier nur 8 Minuten aushalten.

Für den leichtbekleideten Europäer ist (nach Karl Ranke) bei Ruhe die obere klimatische Grenze des äußeren Temperaturspielraums 24° bei 80% Luftfeuchtigkeit. Dabei ist vorausgesetzt, daß die Schweißverdunstung ungehindert vonstatten gehen kann. Die Kleider an sich hindern sie nicht, wohl aber kann unzweckmäßige Kleidung die Abkühlung durch Verdunstung hindern (Gummimantel).

Ein jeder Sommer fordert, wie bekannt, seine Opfer an „Hitzschlag", an Tod durch Überhitzung des Körpers. Am ehesten trifft dieses Unglück solche Leute, die bei schwüler, d. h. heißer, feuchter, unbewegter Luft kräftig arbeiten, also mehr Wärme produzieren, als sie ausführen können. Besonders groß ist die Zahl der Opfer unter den Soldaten. Hier kommt eine Reihe unglücklicher Verhältnisse zusammen: die schwüle Hitze und die Muskelanstrengung des Marschierens, die die Glut des Körperofens immer von neuem anfacht. Die Mannschaften sind schwer bepackt, und oft in dicken Kleidern, die Verdunstungsoberfläche ist klein und die Wärme wird von den Kleidern zusammengehalten. Zum Überfluß marschieren sie in geschlossenen Kolonnen, ein Ofen neben dem andern, so daß sich die Hitze summiert wie im Bienenschwarm, und durch die enge Kolonne kann der frische Hauch eines Lüftchens nicht hinwegstreichen, der barmherzig fächelnd, den Schweiß trocknend, kühlt. Nach der übereinstimmenden Erfahrung von Militärärzten sind die Mannschaften am ehesten gefährdet, die fußkrank oder Rekonvaleszenten sind, jene, weil sie, um ihren Fuß zu schonen, sich besonders abmühen, diese, weil sie ungeübt geworden sind. Beide also

Digitized by Google

heizen ihren Ofen in übermäßiger Weise. Und nun kommt's! Plötzlich stürzt einer. Lautlos. Er wird fortgetragen. Und dort noch einer. Bewußtlosigkeit, Delirien stellen sich ein. Der Puls klopft mit raschen, jagenden Schlägen. Die Temperatur ist auf 40—43 ° gestiegen. Nicht selten erfolgt der Tod. Das ist der traurige Ausgang der Überhitzung des Körpers. Bei 44 ° ist der Mensch längst bewußtlos, er k a n n aber in seltenen Fällen sich wieder erholen. Bei 45 ° Körpertemperatur ist die Rückkehr zum Leben ausgeschlossen.

Wir fühlen uns heiß, wenn unsere Hautgefäße weit sind, kalt, wenn sie sich verengen. Dabei ist es ganz gleich, ob es draußen warm ist oder nicht. Bleichsüchtige junge Mädchen frieren auch am warmen Ofen, weil die Verbrennungen in ihrem Körper nicht so lebhaft sind, die Körpertemperatur also zu niedrig ist, eine Wärmeabgabe zu gestatten. Es wird ihnen aber bald warm, und ihr Gesicht erscheint von einem frischen, rosigen Hauch übergossen, wenn sie ein Gläschen Wein trinken (weswegen der Wein bei diesen jungen Damen sich einer gewissen Beliebtheit erfreut). Aber der Wein lügt! Er hat sie nicht gewärmt, er hat nur die Schleusen aufgezogen, die Hautgefäße erweitert. Das ist nämlich eine sehr unangenehme Eigenschaft des Alkohols, daß er in die Regulierung der Blutversorgung störend eingreift. Und so verlieren die blassen Kranken trotz ihrer niedrigen Körpertemperatur durch Alkoholwirkung noch Wärme! — In jedem Winter liest man, nicht einmal, sondern Dutzende Male in Tagesblättern unter den vermischten Notizen, daß ein Mann erfroren aufgefunden wurde. Der Refrain lautet meistens: „Er war an dem Abend noch in einer lustigen Gesellschaft gewesen. Auf dem Heimwege muß ihn Müdigkeit überrascht haben. Man fand ihn erstarrt auf einer Bank." Welch' bittere Tragik liegt in diesen Worten, welch' dröhnende Anklage gegen den

Digitized by Google

Dämon Alkohol. In lustiger Gesellschaft gewesen. Dort wurde getrunken. Nicht gar viel. Einige Gläschen, genug um warm zu machen. Der Weg in der Wintersnacht ist lang. Und der Alkohol macht doch etwas müde. Dort ist eine Bank. Nur nicht setzen, um Gottes willen nicht setzen! Eine innere Stimme ruft's ihm zu. „Aber warum denn nicht, es ist mir ganz warm, so warm!“ Er setzt sich — und steht nie wieder auf. Der Alkohol wirkt, der Wille ist schwach, zu schwach, um gegen die Müdigkeit, die der Alkohol auch verschuldete, zu kämpfen. Er nickt ein, stillvergnügt lächelnd, mit der Erinnerung an den schönen, gemütlichen Abend. Und der Alkohol reißt teuflisch die Hautgefäße weit, weit auf, daß die Wärme im kalten Frost geradezu fortfliegt. Jetzt kommt der schwere, bleierne Schlaf. Die Gliederschmerzen betäubt der Alkohol. Bewußtlosigkeit stellt sich ein, immer schwächer wird das Atmen. Und lind und leise deckt der Schnee ein weiches, glitzerndes Leichenkleid über ein armes, bleiches, am Wege erstarrtes Menschenkind. — —

Es ist nicht gerade nötig, daß die Temperatur unter dem Nullpunkt liegt, wenn jemand erfriert. Die Zeitungsberichterstatter tun ganz verwundert, wenn sie berichten müssen, daß jemand „erfroren“ sei bei einer Temperatur von 10° über Null. Erfroren ist ja auch nicht der richtige Ausdruck. Erfroren ist der Wanderer nicht, sondern durch allzu große Abkühlung gestorben. Sobald unsere Körpertemperatur +27° erreicht, ist schon jede Möglichkeit zur Rückkehr zum Leben ausgeschlossen.

Die blassen Mädchen frieren, weil ihre Hautgefäße eng sind. Der Fieberkranke friert, *weil* er dauernd am ganzen Körper zittert. Warum? Was ist *Fieber*? Unter Fieber verstehen wir einen Komplex von Erscheinungen, die am lebenden Körper unter gewissen Bedingungen auftreten, von denen die auffallendste eine Erhöhung der Körpertem-

Digitized by Google

peratur ist. Diese kommt dadurch zustande, daß die Wärmeproduktion bedeutend vermehrt ist, die Abgabe nur in geringem Grade. Die Wärme wird hervorgebracht durch energische Verbrennung. Da die im Körper gerade verlaufenden Verbrennungsprozesse nicht genügen, werden alle verfügbaren Öfen in Betrieb gesetzt, die Muskeln. Sie ziehen sich in krampfartigen feinen Zuckungen, zitternd, zusammen, und das Resultat ist Schüttelfrost und Zähneklappern.

Jetzt steigt aber die Körpertemperatur! In kurzer Zeit lesen wir auf dem Thermometer 41°. Wozu? Was soll das heißen? Über diese Frage hat man sich den Kopf zerbrochen, solange der denkende Mensch Fieberkranke beobachtet hat. Seit zweitausend Jahren streitet man sich über das Problem, ohne es bis heute völlig gelöst zu haben. Man nahm früher an (und teilweise auch heute noch), daß das Fieber eine einfache Störung der Regulierung sei. Aber das würde uns nicht erklären, warum es so gesetzmäßig verläuft, daß der kundige Arzt nach der Höhe und dem Verlauf des Fiebers sagen kann, nicht nur an welcher Krankheit jemand leidet, sondern auch in welchem Stadium er sich befindet. Die Mehrzahl der Forscher steht heute wohl auf dem Standpunkt, in dem Fieber eine Schutzvorrichtung zu sehen, durch die der Körper vorübergehend auf eine höhere Körpertemperatur als 37° eingestellt wird. Der Organismus steht im Kampf mit einem Gegner (meistens Bakterien), der besiegt werden muß. Alle Organe müssen unter Aufbietung aller Kräfte tätig sein, dem Körper helfen. So lange der Kampf dauert, währt auch das Fieber, die hohe Temperatur, durch die die Zellen angestachelt werden, ihr Letztes herzugeben. Ist der Kampf beendet, sinkt mit einem Schlag das Fieber. Die Wärmebildung hört auf, die Schleusen werden aufgezogen, binnen kurzer Zeit fällt unter Schweißausbruch die Körperwärme zur Norm. Der Patient fühlt sich — trotz des Temperaturabfalls — jetzt warm

Digitized by Google

und wohl, weil die Hautgefäße erweitert sind, er ist genesen.

Unter normalen Verhältnissen sucht unser Körper, wie wir sahen, stets eine Innentemperatur von 37° herzustellen. Es ist das die Temperatur, bei der die Lebensleistungen der Zellen am glattesten vonstatten gehen. Zwar darf sie etwas sinken oder steigen, aber immerhin nur in engen Grenzen, der Temperaturspielraum für die Zellen liegt zwischen 27 und 44°. Diese tropische Wärme bietet der Organismus den Zellen dauernd, er erhält sie fast ohne Schwankungen mit den Mitteln, die wir kennen gelernt haben, trotzdem er selbst den Schwankungen der Luftwärme ausgesetzt ist. Freilich hat die Möglichkeit der Temperaturregulierung für den Körper seine Grenzen. Immerhin sehen wir die fabelhafte Leistung, daß der Organismus sich — nackend — Temperaturunterschieden von + 27° bis etwa 150° (trockene Luft vorausgesetzt) anpassen kann, bekleidet von — 60° bis etwa + 60°, in jedem Falle also äußere Wärmeschwankungen von ungefähr 120° ausgleichen kann! Das „Optimum" der Außentemperatur, bei dem man sich am wohlsten fühlt, liegt für den nackten Menschen bei etwa 35, bei dem bekleideten bei 15—18°.

Dem gegenüber die wechselarmen „Kaltblüter". Sie haben ja natürlich nie mit so exzessiv hohen Temperaturen zu rechnen. Der Fisch im Wasser schon gar nicht. Aber die kaltblütigen Landtiere, Amphibien und Reptilien spüren es doch, wenn ihnen die Sonne sengende Strahlen auf den Rücken brennt. Ihre Haut ist dauernd feucht und sehr wasserdurchlässig. Sie fühlen sich dabei sehr ungemütlich. Was tun sie? Sie verkriechen sich im trockenheißen Sommer in den Schoß der Mutter Erde und halten auch ihren Sommerschlaf. Bis der langersehnte Regen niederfällt und erquickend die durstige Erde tränkt. Dann kommen sie aus all ihren Löchern und Schlupfwinkeln und das naive Volk

Digitized by Google

sagt, es habe Kröten geregnet. Wo die Natur die trockene Hitze zur Regel erhob, da schützte sie ihre wechselwarmen Kinder mit einem wasserdichten Panzer, der vor dem Austrocknen schützt: Krokodile und Schildkröten.

Winterschlaf und Sommerschlaf. Beides die Flucht vor dem Verderben. Aber nicht bloß Kaltblüter schlafen, auch warmblütige Säugetiere: Maulwurf, Fledermaus, Igel und Murmeltier. Sie sind zwar Warmblüter, aber die Natur hat sie nicht mit genügendem Schutz bedacht, auch extrem kalten Temperaturen trotzen zu können. Ihre untere Temperaturgrenze liegt sehr hoch. Wir Menschen setzen sie ja durch die Kleidung herab. Viele Tiere durch Fett, Federn und Haare, die in harter Anpassungsarbeit erworben sind. Warum fehlen diese den winterschlafenden Säugetieren? Ja, was sollten sie denn damit anfangen? Wozu die Verschwendung von soviel Mühe und Sorgfalt, wenn sie den Schutz nicht gebrauchen wollen. Wovon sollten sie im Winter leben, wenn Pflanzen- und Insektenwelt und die Welt der kleinen lebenden Wesen sich zum Schlafen zurückgezogen und ihnen keine Nahrung gibt?

Aber es gibt auch k a l t blütige Säugetiere. Die sind aber nur in heißen Klimaten möglich. Denn die feine Säugetierorganisation verlangt für das Zellenleben eine hohe Temperatur. Die niedrigsten Säugetiere, Schnabeltiere und Beuteltiere sind durchaus wechselwarm. Ihre Körpertemperatur schwankt je nach der Außenwärme um 10°. Das Vermögen, die Körpertemperatur gleichmäßig auf einer bestimmten Höhe zu halten, die „Warmblütigkeit", bringen nicht einmal alle Warmblüter mit auf die Welt. Ratten, Mäuse, Tauben und alle solche warmblütigen Tiere, die nackend zur Welt kommen, erreichen die Fähigkeit, ihre Körperwärme zu regulieren, erst in der zweiten Woche. Und auch der Mensch ist bei der Geburt noch „Kaltblüter", und wenn ihn die sorgende Wartefrau nicht in warme Tücher

Digitized by Google

wickelte, oder sogar in besonderen Fällen mit Watte deckte und Wärmflaschen ihm zur Seite legte, würde er erfrieren.

Die Fähigkeit der Warmblüter und des Menschen, die Innentemperatur dauernd auf einer gewissen Höhe zu erhalten, auf der Höhe, bei der die Zellen ihre größte Leistungsfähigkeit entwickeln, ist eine Kunst, die sich die Welt des Lebendigen erst in einem späteren Stadium der Entwicklung angeeignet hat: sie fehlt allen niederen Tieren, auch noch bei einigen Säugern, ist erst beim erwachsenen Menschen in voller Tätigkeit. —

*

Ich sitze noch immer am Schreibtisch. Wieder fange ich an zu frieren. Wie, der Ofen wieder ausgegangen? Wenn ich jetzt nicht als Mensch im Vollbesitz meiner Wärmeregulatoren wäre, ich wäre heute schon zum zweiten Male in Winterschlaf gefallen.

IV.

Gesund und krank.

„Frau Mette Hardenberg, Reichsrat Präben Gyldenstjernes Ehefrau, wurde im Jahre 1597 vom Teufel sehr belästigt. Der böse Geist verfolgte sie mehr als sechs Wochen. Item hat er sie geschlagen und gezerrt, wenn sie Gottes Namen genannt, so daß ihr Rumpf in blutigem Fleische saß. Item hat er ihre Median- oder Lungenader getroffen, so daß ihre Arme von Blut vollgelaufen sind, und beinahe wäre sie ihr ganz ausgelaufen. Item hat er ihr einen Stoß in ihr Schienbein gegeben, so daß es noch in den Rippen sitzt und wund ist. Und blieb er stets bei ihr.“

Digitized by Google

„Doch ist Gott ihr zu Hilfe gekommen, so daß es eine Nacht über sie kam, daß sie aufstehen sollte und nach Vallö gehen und dort in eine Kammer gehen, die Turmkammer geheißen, dort sollte sie erlöst werden. So hat sie am zweiten Tage sich dazu bereit gemacht .... und da der böse Geist ihr folgte, so konnte sie ihn stets auf dem Wege laufen und über Hecken und Bäche hüpfen sehen. Item auf der andern Seite hat sie einen Engel gesehen, der ihr auf dem Wege folgte.“

„Da sie in die Kammer hineingekommen, hat der böse Geist mündlich mit ihr disputiert, so daß es viele gute Leute hörten, die draußen vor der Tür standen, und sich groß darüber verwunderten; und da sprach sie gegen ihn mit Worten der heiligen Schrift. So hat Gott ihr geholfen. Und der böse Geist ist seither nicht wieder bei ihr. Aber am zweiten Tage ist sie weggezogen, schön, gesund und bei Wohlbefinden .... Dies Vorgenannte bekennt ihr Ehemann und sie selbst, obgleich sie es nicht so gern hat wie er, wenn man darüber spricht, aber er will es nicht verheimlichen, sondern sagt, er will es gedruckt haben.“

So berichtet eine alte dänische Chronik.*) Die Krankheit stammte vom Teufel, der meist nur aus purer Laune die Menschen heimsuchte, oft aber auch zur Strafe für neue Moden, den Bann und die Zauberei.

Mit anderen Zeiten kamen andere Anschauungen. Danach war nicht der Teufel schuld, sondern Gott selbst, der aus Zorn über die Sünden der Menschen, ihnen in dieser sehr verständlichen Weise, durch Krankheit sein Mißfallen ausdrückte. Steht doch schon in der Bibel geschrieben, daß Gott David und Hiob mit Krankheit schlug, und daß der Tod durch die Sünde eines Menschen in die Welt kam. Im

*) Zitiert aus Troelß, Gesundheit und Krankheit in der Anschauung alter Zeiten. Leipzig, B. G. Teubner.

Digitized by Google

Paradies hatten Adam und Eva von Krankheit und Tod nichts gekannt. Und schickte Gott die Krankheiten, dann blieb nur ein Ausweg übrig: die Krankheit wegzubeten. Mit größtem Eifer wurde dieses Mittel das ganze Mittelalter hindurch angewandt. Es soll auch noch — aber ich werde mich hüten, so Unglaubliches auszusprechen. Damit hielten freilich unsere Ahnen die Ursachen der Krankheit noch nicht für erschöpft. Das 16. Jahrhundert machte den ersten Versuch, das Naturganze, den Kosmos, zu verstehen und berauschte sich an den Erfolgen der astronomischen Entdeckungen. Und in dieser Wissenschaft, die vom Himmel bis zur Erde alles umspannte, sah man mehr. Man glaubte, daß alles, was auf der Erde vorging, zurückzuführen sei auf die Stellung und Bewegungen der Planeten. Die Astronomie wurde zur Astrologie, zur abergläubischen Sterndeutekunst. Aus der Stellung der Planeten im Augenblick der Geburt und ihre Lage zu den Fixsternen las man eines Menschen ganzes Schicksal, seine Krankheit und den Tod. In den Sternen stand auch die Diät und die richtige Behandlungsweise, man brauchte es nur richtig am Himmel abzulesen.

Gott ist die Ursache der Krankheit. Der Teufel ist die Ursache der Krankheit. Die Sterne sind die Ursache der Krankheit. Das stimmt. Aber zu welcher Ansicht soll man sich nun bekennen? Welcher von diesen drei Ursachen soll man die Hauptschuld zuschieben? Darüber sind sich viele Leute anscheinend auch heute noch nicht ganz klar. Die einen beten, berufsmäßig die Stunde 50 Pfennig (immerhin sehr zivile Preise), die anderen nehmen rationelle Austreibungen vor mit und ohne Weihwasser, oder paralysieren die Verhexung durch magische Sprüche. Neuerdings scheint die Sterndeutekunst wieder große Chancen zu haben. Das schließe ich wenigstens aus dem Annonceteil der großen Tagesblätter.

Nun gibt es — ich muß der Wahrheit die Ehre geben

Digitized by Google

— auch einige ganz Schlaue. Die lächeln überlegen über diesen „Aberglauben". Sie wissen es nämlich ganz genau, wie es mit der Krankheit ist, schlagen sich an ihre Brust und sprechen: Herr Gott, ich danke dir, daß ich nicht so borniert bin, wie diese und wie — die Mediziner! Sie wissen, daß und wie die Krankheit im Körper herumzieht: husch, ist sie hier — husch, sitzt sie dort. Es kommt nur darauf an, sie aus dem Körper zu locken. Durch Schwitzen oder durch geheimnisvolle Packungen oder (sehr geeignet!) durch Reibesitzbäder. Man muß es nur verstehen. Die Ärzte können es eben nicht, die treiben die „Krankheiten" nach innen. Ja, wir sind klug und weise! Die Schulmedizin, diese leider vom Staate patentierte Afterwissenschaft, war natürlich unfähig, auf solche erhabenen und schlauen Gedanken zu verfallen.

Aber — ich bitte tausendmal um Entschuldigung, daß ich mich zu der Höhe dieser Weisheit noch nicht habe emporschwingen können — trotzdem halte ich das Problem der Krankheit nicht für so ganz einfach, wie jene Herren es sich denken. Es erscheint mir vielmehr der Mühe wert, einmal ernstlich Gedankenarbeit aufzuwenden für die Beantwortung der Frage: Was ist Krankheit? Ohne alle Philosophie, ohne vorgefaßte Meinung, nüchtern und kritisch, wie es die Methode der Naturwissenschaft ist, wollen wir an die Untersuchung gehen. Was ist Krankheit? Leicht ist die Antwort nicht, wenn wir nicht in den Fehler der Allzuvoreiligen verfallen, sie mit einigen schönen Redensarten für erledigt halten wollen.

Krankheit ist die Kehrseite der Medaille, auf deren Vorderseite steht „Gesundheit". So versuchen wir zunächst festzustellen, was Gesundheit ist; dann wird es uns eher möglich sein, eine Brücke zu finden für das Verständnis des Krankheitsproblems.

Der gesunde Mensch hat dauernd das Gefühl körper-

Digitized by Google

lichen Wohlbehagens und der Schmerzlosigkeit, nur zuweilen unterbrochen durch Unlustgefühle, wie Hunger, Durst, Ermüdung. Wir wissen, daß dieses Wohlbehagen bedingt wird durch harmonisches Zusammenklingen und geordnetes, geregeltes Zusammenwirken aller Funktionen. Wann und unter welchen Umständen wirken die Funktionen aber in solchen harmonischen Einklang?

Eine Funktion ist eine Verrichtung, die dem Ganzen nützt. Alles Leben besteht aus einer ungeheuren Menge solcher Funktionen, und jede Funktion hat ihre Zellen, ihr Organ, ihr Instrument, auf dem sie spielt.

Es gibt Organe, die ganz passiv sind, wie die Knochen, die Fingernägel, das Bindegewebe, das den Körper und die Organe zusammenkittet, der Knorpel, die Haut, während andere produzieren, fortschaffen, unschädlich machen. Diese machen das eigentliche Leben, erhalten und fördern es. Diese tätigen Organe können, wie wir in früheren Kapiteln an vielen Beispielen gesehen haben, sich in großer Breite an ihre Leistungen anpassen. Das Herz schlägt langsam und schnell, wie es im Interesse des Ganzen liegt, die Atmung, die sich nach dem Kohlensäuregehalt des Blutes regelt, ist langsam oder schnell, je nach Bedürfnis; der Körper reguliert seine Temperatur in feinster Anpassung an die Wärme der Außenwelt; die Muskeln halten automatisch unter den schwierigsten Lagen das Gleichgewicht. Das Blut wird genau nach Bedarf verteilt, im Gehirn mit besonderer Vorsicht durch den Gegendruck der Hirnflüssigkeit reguliert. Das Auge verengert sich, wenn Licht einfällt. Die Verdauungsdrüsen sondern ihren Speichel ab, aufs feinste angepaßt dem jeweiligen Bedarf und der Zusammensetzung der Nahrung. Die Fabrikation der roten Blutkörperchen geht genau den Anforderungen entsprechend vonstatten. Leber, Nieren und Lungen entgiften den Körper in rationellster Weise. Und

Digitized by Google

nach der Leistung richtet sich auch der Bau der funktionierenden Organe: Muskeln, Sehnen, Knochen und Haut passen sich dem Druck und Zug an, Herz, Lungen, Drüsen, Gefäße, Darm, alles entspricht in Bau, Größe und Länge durchaus der zu bewältigenden Aufgabe. Ökonomisch bis ins kleinste unter möglichster Ausnützung von Kraft, Material und Zeit.

So lange das gemächliche Leben in ruhigem Wandel dahinfließt, funktioniert der Körper vortrefflich. Aber, es kommen oft böse Stunden. Überall lauern Gefahren, die zerstörend wirken. Das sind Eventualitäten, die vielleicht nie einzutreten brauchen, aber — es könnte vorkommen. Sicher ist sicher, so richtet sich der Körper auch darauf ein. Er hat Vorrichtungen zum Schutz gegen solche Gefahren, zur Entfernung von Schädlichkeiten, oder aber, wenn nicht anders zu helfen ist, zum Unschädlichmachen. Seine Organe hat er so in seinem Innern verstaut, daß die wichtigsten, diejenigen, die am bedeutungsvollsten für die Erhaltung des Lebens sind, möglichst nach innen in sichere Verstecke gelegt werden: Gehirn und Rückenmark, Herz und Adern, Auge und inneres Ohr sind durch Knochen geschützt, ebenso das Mark der Knochen, ein sehr edles Organ, das der Blutbereitung dient. Die Sinnesorgane geben acht auf drohende Gefahren. Sehe ich einen Stein fallen, so warnen mich die Augen und ich kann mich retten. In unzähligen Fällen verdanken wir der Wachsamkeit unserer Sinnesorgane unser Leben. Uns will das nicht mehr recht zum Bewußtsein kommen. Aber bei den Tieren, bei denen die Warnung vor Gefahren für die Erhaltung des Lebens zur Notwendigkeit wird, bewundern wir das scharfe Gehör und die feine Witterung, womit sie drohendes Unheil spüren. Ein Sinn hat für uns eine ganz besondere Wichtigkeit, der Gefühlssinn. Dieser vermittelt die Empfindung mehrerer Qualitäten, der Berührung und des Druckes, der Wärme und des Schmerzes.

Digitized by Google

Als schützende Funktion hat für uns besonderes Interesse der **Schmerz**. Wie Schmerz entsteht, das ist noch ein sehr strittiges Problem, wir wissen nur, daß er eine Erregung von Gehirnzellen ist, so stark, daß unter seinem Bann jede Tätigkeit, jede Willenshandlung brach gelegt wird. Die ganze Aufmerksamkeit wird vom Schmerz in Anspruch genommen und sinnt auf Mittel, wie er zu vermeiden oder zu beseitigen ist. So beherrscht der Schmerz mit elementarer Wucht Mensch und Tier und zwingt auch den Eigensinnigsten zu Boden. Jeder fürchtet sich vor dem Schmerz. Jeder sucht von ihm baldigst befreit zu werden. Der Schmerz macht demütig und klein, er treibt die Menschen in Scharen zum Arzt, von dem man nicht so sehr Heilung des Leidens verlangt, als die Garantie von den Schmerzen befreit zu werden. Der Schmerz ist trotz seiner quälenden Pein ein guter, treuer Freund der Menschheit. Was er wert ist, das erkennt man am besten daran, wenn das Schmerzgefühl zerstört ist. Es gibt Kranke, die gefühllos sind. Merkwürdigerweise hat sich dabei herausgestellt, daß sehr wohl die Empfindung für Berührung und Druck erhalten sein kann, wenn das Schmerzgefühl fehlt. Diese unglücklichen Menschen werden vor Gefahren nicht genügend gewarnt. Mir ist eine Dame in Erinnerung, die im Gesicht absolut keine Schmerzempfindungen hatte. Eines Tages wärmte sie sich am eisernen Ofen, kam mit der Stirn der heißen Kante zu nahe, und — roch plötzlich unangenehmen Brandgeruch. Die Haut war bis auf den Knochen durchgebrannt. Eine eigentümliche Rückenmarkskrankheit, die Syringomyelie, zeichnet sich dadurch aus, daß Arme und Hände oft absolut gefühllos für Schmerz und Temperaturempfindungen werden. Solche Kranke fassen kaltblütig in glühende Kohlen, in sehr heißes Wasser, arbeiten mit Säuren, Laugen, oder ätzenden Flüssigkeiten. Wie die Hände danach in kurzer Zeit aussehen, kann man sich denken. Und wenn die Finger

Digitized by Google

eitern, treibt sie der Schmerz nicht zum Arzt, sie operieren sich selbst, nehmen sich den Knochen heraus und arbeiten ruhig weiter. Das ist nicht Übertreibung, es kommt in Wirklichkeit sehr oft vor. Der Mann in der Abbildung (Fig. 21) ist ein solches Opfer seines Leidens. Auch er hatte alle möglichen Operationen „schmerzlos" an sich selbst vorgenommen. Der Schmerz verhütet Verletzungen und Schäden, und wenn sie trotzdem am Körper ihr Zerstörungswerk beginnen, zwingt er, Ursache und Folgen zu beseitigen. Das erreicht er vor allem dadurch, daß er den Menschen dazu zwingt, die Schmerzen zu vermeiden: man hält das verletzte Glied ruhig. Damit ist der erste Schritt zur Heilung getan.

Die Schmerzempfindlichkeit ist durchaus verschieden. Fliegt ein winziges Staubkörnchen ins Auge, so schmerzt das außerordentlich, durch Tränen wird es fortgeschwemmt. Von dem Staubkörnchen, das trotz der engen Nasenpassage in die Luftröhre gerät, spüren wir nichts. Wir husten es aus, das ist alles. Und wieviel Staub müssen wir täglich einatmen! Unsere Lungen sind schwarz von geatmetem Staub. — Schmerzempfindlich ist auch die Haut, die ständig mit den Schäden der Außenwelt in direkte Berührung kommt, und von der Haut der Teil am empfindlichsten, der am meisten gefährdet ist, die Haut der Finger. Napoleon I. schalt seine Soldaten unmännlich, wenn sie bei Verletzungen sich vor Schmerzen wanden oder gar weinten, nur bei einer Ausnahme gestattete er sich den schmerzhaften Empfindungen hinzugeben: bei Verletzungen der Finger. Wahrscheinlich hatte er selbst damit schon böse Erfahrungen gemacht.

Besonders groß und energisch sind die Schmerzen bei der Entzündung. Das hat eine große heilsame Bedeutung, denn die entzündeten Teile haben die äußerste Ruhe nötig, erstens zur Heilung und zweitens, damit die Erreger

Digitized by Google

der Entzündung nicht in den Körper gepreßt werden, und durch nichts läßt sich Ruhe so leicht erzwingen, als wenn jede Bewegung Schmerzen macht. Hat einer ein entzündetes oder sonst schmerzhaftes Bein, er wird sich hüten, darauf zu treten, er legt sich, schont das Bein und — die Heilung kann beginnen. Genau dasselbe bei den Sehnen. Die Sehnen selbst sind schmerzlos, nicht aber die Futterale, in



Fig. 21. Verstümmelung der Hände infolge Verlustes der Schmerzempfindung (nach Hoffmann).

denen sie gleiten, die Sehnenscheiden. Sie entzünden sich zuweilen, und das Resultat ist Schmerz, Ruhe, Heilung. Das entzündete, äußerst schmerzhafte Auge erzwingt sich seine Ruhe durch krampfhaften Verschluß der Lider. Ist das Bauchfell entzündet, so sind die Schmerzen so gewaltig, daß sie den Menschen aufs Bett zwingen, er wagt vor Schmerzen kaum zu atmen. Unbedingte äußerste Ruhe ist die einzige Möglichkeit der Heilung. Der Arzt hat es hier leicht, er weiß, daß der Kranke sein Gebot der größten Ruhe gehor-

Digitized by Google

sam befolgt, denn als Bundesgenossen hat der Arzt den Schmerz, und wenn der befiehlt, gehorcht man gern. — Freilich schlägt der Schmerz oft blinden Lärm. Wer je heftige Zahnschmerzen hatte, kann ein Lied davon singen. Hier steht die Schmerzhaftigkeit allerdings nicht im Einklang mit der Wichtigkeit der Sache. Die Natur kann eben nicht wägen und wählen, sie handelt uniform, gibt auf dieselbe Frage immer dieselbe stereotype Antwort. Wo Entzündung ist, gibt's heftige Schmerzen, und wenn es an den Zähnen ist, gibt's eben hier Schmerzen. Und wenn der Schmerz warnt und schützt, so erscheint es weiter durchaus unzweckmäßig, daß es chronische Krankheiten gibt, die mit dauernden Schmerzen einhergehen, da hier nichts mehr zu schützen ist; was abgestellt werden konnte, ist längst geschehen. Das Übel bleibt, und — die Schmerzen auch. Ja, wenn die Schmerzen auch noch denken könnten! Immerhin, etwas liebevoll haben sie doch für uns gesorgt.

Die Schmerzen setzen ein Organ ruhig. Das ist gut für die Heilung. Wenn aber das Organ nicht ruhig gestellt werden kann? Dann wäre es fürchterlich, wenn das Organ mit Schmerzen gequält würde. Das Herz ist absolut gefühllos. Es kann sich entzünden, Klappen können zerreißen, alles ohne Schmerzen. Man male sich das aus, wenn das erkrankte Herz bei jedem Herzschlage sich peinigend in Erinnerung brächte! Ebenso gefühllos sind die Lungen. Sie sind so reichlich mit Schutzvorrichtungen versehen, daß sie den Schmerz als Warner nicht benötigen. Große Teile der Lunge können zerstört werden, ohne alle Schmerzen. Es muß nur das Rippenfell nicht mit angegriffen werden. Das tut freilich weh!

Man kann kurz sagen: die Körperteile sind um so schmerzempfindlicher, je verletzlicher sie sind, und je mehr sie von dem Körper ruhig gestellt werden können. Empfindlich sind die äußere Haut und zum Teil die Schleim-

Digitized by Google

häute, nicht empfindlich Herz, Lungen, Sehnen, Knorpel, Knochen, Leber, Niere, und — Gehirn. Man wird mir mit Einwänden kommen. Wie? Das Gehirn nicht schmerzempfindlich? Im allgemeinen wohl kaum. Nach großen Schädelzertrümmerungen sieht man oft Zerstörungen des Gehirns ohne alle Schmerzen heilen. Freilich kommt es darauf an, wo die Zerstörung saß, und was die Hirnhaut sagt, denn diese ist empfindlich. — Und die Knochen sollen gefühllos sein? Ja, sie empfinden nichts, wohl aber die Knochenhaut, ebenso ist es bei der Leber und Niere, deren Gewebe nichts von Schmerzen weiß, wohl aber deren Bauchfellüberzug. Ja, ich zweifle daran, ob es überhaupt „Magen"- oder „Darmschmerzen" gibt. Wohl veranlassen diese Organe ein Gefühl von Druck und Völle, aber Schmerzen? Die Leibschmerzen, die bei Magen- und Darmkrankheiten auftreten, scheinen in der Hauptsache dadurch bedingt, daß das Bauchfell mit angegriffen war. Es gibt Magen- und Darmgeschwüre (die auf der Haut bei immer wiederkehrender Reizung sehr schmerzhaft sein würden), von denen ihre Träger keine Ahnung haben, wenigstens solange nicht, als nicht das Bauchfell mit beteiligt war.

Der Körper hat also eine Menge von Funktionen, die nur dazu da sind, die anderen zu schützen und zu sichern. Aber das Leben ist vielseitig. Und mannigfaltig sind die Aufgaben, mit denen der Körper sich abfinden soll. Jeden Tag kommt er nicht einmal, sondern hundertmal in Gefahr. Und trotz aller Vorkehrungen finden die Mächte der Zerstörung ihren Weg über die schützenden Schranken in das Innere. Dann wäre der Körper wiederum verloren, wenn er nicht auch hier vorgesorgt hätte, das Schädliche unschädlich zu machen.

Auf der Straße ein heftiger Wind, der den Staub aufwirbelt. Die Menschen, die gegen den Wind gehen, senken den Kopf. Warum? damit ihnen der Staub nicht in die

Digitized by Google

Augen weht. Die Augen sind fast ganz geschlossen, die Spalte geschützt durch das Sieb der Wimpern. Gelangt trotzdem ein feines Stäubchen ins Auge, dann wird es fortgeschwemmt. Die Nase filtriert die staubige Luft und macht sie zum Einatmen brauchbar. Durch Niesen wird der Staub aus der Nase entfernt. Was dann noch in die Lunge kommt, wird durch Flimmerzellen oder durch Husten nach außen befördert. Und was so nicht zu beseitigen ist, das fassen die weißen Blutkörperchen, und schleppen es fort in die Lymphspalten und Lymphdrüsen der Luftröhren, wo es in sicherem Gewahrsam unschädlich gehalten wird.

Vor Giften warnen uns Instinkt und Verstand. Wenn wir deren warnende Stimmen nicht hören können oder wollen, etwas Giftiges in den Mund stecken, so schützt uns — nicht immer — der Geschmack, wir können das Gift noch ausspeien. Schlucken wir es, so kann der Magen es durch Erbrechen beseitigen, oder der Darm durch rasche Entleerung. Werden auch diese Barrieren vom Gift überwunden, so kommt es in die Leber, die nun versucht, mit ihm fertig zu werden. Sie macht es für den Körper unschädlich und übergibt es mit dem Blutstrom der Niere zur Ausscheidung, oder sie hält es fest, um es ganz langsam weiter zu geben. Genau dasselbe fängt die Leber mit den aus dem Darm stammenden Giften an. Die giftigen Gase, die im Darm entstehen, werden von der Darmwand nicht in den Körper (d. h. ins Blut) eingelassen, wohl aber der verschluckte Sauerstoff, der für den Haushalt des Körpers nutzbringend verwertet werden kann. Werden Stecknadeln verschluckt, so macht sie der Darm unschädlich, indem er sie umdreht und mit dem Kopf voran nach außen befördert. Werden Trichinen verschluckt, so ist das bös, denn diese leben, und lassen sich wenig gefallen. Sie bohren sich durch den Darm in die Muskeln. Dort kapseln sie sich ein. Und der Körper baut eine dicke Mauer von Kalk, eine Kalk-

Digitized by Google

kapsel um jede einzelne Trichine und hält sie in diesem Gefängnis fest. Lebenslängliche Einzelhaft, — unschädlich.

Verletzt man sich, so verstopft das gerinnende Blut die Adern. Gegen die Gerinnung des Blutes im Innern schützt den Körper das Gewebe der Adern. Tritt trotzdem im Körper aus irgendeinem Anlaß an irgendeiner Stelle Gerinnung des Blutes ein, so wird dieses „organisiert“, festgelegt, zu einer narbigen Schwiele umgewandelt, unschädlich gemacht. Gegen den Ansturm der Bakterien, das sind lebende Fremdkörper, die sich vermehren und Gifte absondern, schützt den Körper das feste Bollwerk von Haut und Schleimhaut. Gelangen die kleinen Teufel trotzdem in die Blutbahn, so müssen sie unschädlich gemacht werden. Die Sicherheitspolizei, die weißen Blutkörperchen, muß versuchen mit ihnen fertig zu werden. Es kommt zur Entzündung und zur Eiterung und mit dem Eiter werden die Bakterien ausgeschieden. Wird der Organismus nicht mit den Bakterien fertig, so mauert er sie in irgendeiner Drüse ein und macht sie so unschädlich. Gegen die starken Bakteriengifte schützt sich der Körper, indem er sie verdünnt, und dann die schwache Giftlösung langsam aufsaugt (so macht er es bei der feuchten Rippenfellentzündung), besonders aber dadurch, daß er Gegengifte, Antitoxine bildet. Er scheidet die Gifte auch durch Nieren und Haut aus.

Überall Schutz, Abwehr, Unschädlichmachen. Die Beispiele ließen sich um Hunderte vermehren. Der Körper hat also eine Reihe von verschiedenen Funktionen, von solchen, die nur durch ihre Anwesenheit nützen (Stützfunktion des Knochens) und von solchen, die lebensfördernd und lebenserhaltend sind. Jede Funktion hat ihren Schutz. Und über allen Funktionen stehen als Wächter die Sinne. So ist der Körper gewappnet gegen das, was kommen mag. Sollte ja die Außenwelt ungestüm über Wachen und Schutzwälle hinweg Kräfte der Verwüstung und Zerstörung ins Innere

Digitized by Google

tragen, auch dann sind noch Funktionen, „Eventualfunktionen" am Platze, die mit Energie Widerstand leisten, bis zur Erschöpfung. Nicht immer wird der Körper mit den Schädlichkeiten fertig, und zuweilen nur sehr langsam. Dann zeigt sich eine Störung des ganzen Betriebes.

Wir fragen uns, warum wird er nicht fertig? Weil die Funktionen zu Schutz und Abwehr versagten. Und warum versagten sie? Sie versagten vielleicht, weil sie nie da waren, weil sie durch einen Erbfehler nicht mit auf die Welt gebracht wurden. Vielleicht auch, weil das Instrument, auf dem sie spielen müssen, ihr Organ, zerstört war, oder auch, weil der Organismus für irgendeine spezielle Schädlichkeit überhaupt kein Schutzorgan hat. Sie versagten vielleicht auch deswegen, weil sie nicht leistungsfähig waren, sei es wegen angeborener und erworbener Schwäche, sei es infolge von Krankheit, Ermüdung oder längerem Nichtgebrauch. Sie versagten endlich auch aus dem Grunde, weil die Aufgabe, die sie lösen sollten, zu schwer war, über ihre Kraft hinausging.

Ein Ausfall oder nicht Vorhandensein einer Funktion braucht vom Körper gar nicht gespürt zu werden. Erst dann, wenn der Organismus die Funktion beansprucht, zeigt sich der Ausfall, und mit ihm die Störung. Es gibt Menschen, denen die Funktion der Blutgerinnung fehlt. Dieser Mangel ist erblich. Solch ein „Bluter" kann ganz gesund sein, nichts von dem Fehler wissen, er schneidet sich; jetzt, wo er sie nötig hat, zeigt sich der Ausfall der Funktion: er verblutet sich aus kleiner Wunde.

Die Funktionen haben ganz verschiedene Wichtigkeit für den Körper. Einige sind ganz gleichgültig für die Lebenserhaltung, z. B. der Schutz der Fingernägel, und wenn ein Nagel fehlt, kann man ebenso gesund weiter leben. Bei anderen, die lebensfördernd sind, läßt sich der Verlust vielleicht noch verschmerzen. Verliere ich durch ein Un-

Digitized by Google

glück einen Arm, so ist das zwar sehr peinlich, aber — leben kann ich trotzdem und mich erfreuen an den Wundern der Welt. Geschieht einer Schwalbe das Gleiche, wird ihr ein Flügel zerschossen, so ist sie nicht mehr lebensfähig. Das Herz leistet seine Arbeit in guten Stunden mit bewundernswürdiger Anpassung an die jeweiligen Aufgaben. Es kann versagen, wenn die Aufgabe zu groß ist, und da seine Funktion, die Blutversorgung des Körpers, die wichtigste des ganzen Körpers ist, so tritt der Tod ein, wenn sie versagt. Als das Häuflein der Athener bei Marathon unsterbliche Siegeslorbeeren sich errungen hatte, da eilte, noch angestrengt von dem aufreibenden Kampfe, Eukles in fliegendem Lauf nach Athen, die freudige Siegesbotschaft zu überbringen. Er erreichte den Marktplatz, verkündete triumphierend die Siegesnachricht, dann stürzte er tot zu Boden. Das Herz war dieser übermenschlichen Anstrengung nicht gewachsen. — Wir können unsere Körpertemperatur innerhalb eines sehr weiten Spielraums der Außenwärme aufs feinste regulieren. Bei übergroßer Hitze hört das auf: Hitzschlag oder Verbrennung; und wird bei großer Kälte den regulierenden Organen zuviel zugemutet, so versagen sie auch hier: Erfrierung. So kann ein Muskel zerreißen beim Heben eines zu schweren Gewichts; die elastische Eigenschaft der Knochen hat ihre Grenze: bei zu starker Biegung zerbricht der Knochen.

Immer, wenn eine Funktion ausfällt, deren Versagen nicht, wie bei Herz und Atmung, sofortigen Tod zur Folge hat, die aber für die Lebenserhaltung wichtig sind, sucht der Körper die Funktion zu ersetzen. Das geschieht zuweilen in geradezu wunderbarer Weise. Ist ein Organ zerstört, ganz oder teilweise, so sucht der Organismus das Zerstörte wieder aufzubauen. Der Körper stellt aber nur die Funktion wieder her, die Form ist ihm gleichgültig.

Auf dem Felde bei der Arbeit hat sich ein Schnitter mit

Digitized by Google

scharfer Sichel eine tiefe Wunde in den Arm geschlagen. Das Blut spritzt aus der zerschnittenen Pulsader. Wenn jetzt nicht schnell diesem fatalen Ereignis gegenüber bis dahin schlummernde Funktionen in Aktion treten, so ist der Mensch verloren. Das Blut muß gestillt werden. Es gerinnt, gerinnt in den kleinen Äderchen, die durchtrennt sind. Die Bluter, bei denen das Blut nicht gerinnt, sind meistens nach einer so großen Verletzung dem Tode verfallen, weil auch der Arzt das aus den vielen haarfeinen Äderchen wie aus einem Schwamm rieselnde Blut nicht stillen kann, eben weil ihm die Natur nicht hilft. Hier gerinnt es in den feinen Äderchen, aber bei der Verletzung der Pulsader reicht die Gerinnung nicht aus. Auch die Zusammenziehung der Ader nützt dem Körper hier nicht. Seine Hilfsmittel sind erschöpft, weil die Aufgabe zu groß ist. Aber der eiligst gerufene Arzt bindet mit kalter überlegender Sicherheit die Ader zu. So, jetzt steht die Blutung.

Der Arzt übersieht den Schaden. Durch den Schnitt sind durchtrennt die Haut mit ihrem Fett, Muskeln, Sehnen, Adern (Schlagadern und Blutadern) und Nerven. Eine grausame Verletzung. Der Arzt überlegt, wie zu helfen sei und macht sich an seine Arbeit. — Wenn man die Wunde nun sich selbst überließe? Eine direkte Lebensgefahr besteht ja nicht mehr. Wie hilft sich da die Natur? Sie sucht die Funktionen wieder herzustellen. Es ist ausgefallen die schützende Funktion der Haut. Sie klafft weit offen und läßt Schmutz und Bakterien ein. Weiter die Funktion der Muskeln und Sehnen, die die Hand und Finger bewegen, und die der Nerven, die das Muskelspiel der Finger in Bewegung setzen. Endlich ist unterhalb der verletzten Ader das Blut nach den Fingern abgesperrt. Der Körper ersetzt nur seine wichtigsten Funktionen, aber die möglichst rasch. Das wichtigste ist, daß die Finger wie-

Digitized by Google

der Blut in ausreichendem Maße erhalten. Es wird schleunigst eine neue Blutbahn angelegt. Seitenadern des verletzten Gefäßes erweitern sich fast augenblicklich so weit, daß genügend Blut durchfließen kann. Das ist freilich wieder nur innerhalb gewisser Grenzen möglich. Ist die Aufgabe zu groß, weil die Ader zu gewaltig war und die Nebenäderchen

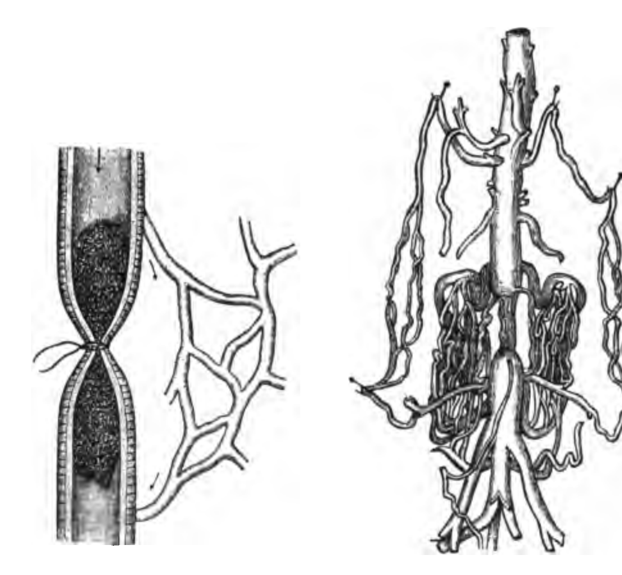


Fig. 22. Ausbildung von Seitenadern nach Unterbindung einer Arterie. (Nach Tillmanns).

Fig. 23. Ausbildung von Seitenadern 8 Monate nach Unterbindung der Hauptschlagader beim Hunde. (Nach Porta).

die große Blutmenge nicht fassen, so stirbt das Glied ab, so das Bein, wenn die Schlagader des Oberschenkels getroffen war. Hier gelingt es, eine genügende Seitenbahn einzurichten. Eine andere wichtige Funktion ist der Schutz durch die Haut. Die Wunde muß schleunigst abgedichtet werden gegen die Schäden von Unreinlichkeit und Bakterien.

Digitized by Google

So sehen wir schon in Stunden ein feines zartes Gewebe über die ganze Wundfläche sich ausbreiten, junges zelliges Bindegewebe, das sogenannte „wilde Fleisch“. Nur provisorisch, so lange, bis die Haut sich langsam neugebildet hat. Die wichtige Funktion, der Schutz gegen Eindringen von Schädlichkeiten ist aber vollkommen erreicht: während z. B. die hochgiftigen Milzbrandbazillen in eine kleine frische Wunde eingeführt, den Organismus unfehlbar vernichten, an Milzbrand zugrunde gehen lassen, kann man sie auf die mit wildem Fleisch gedeckte Wunde in Massen aufstreichen ohne jeden Schaden. Die Wunde ist bakteriendicht. Das wilde Fleisch ist allerdings sehr leicht verletzlich, aber es ist ja auch nur eine vorübergehende Bildung, langsam schiebt sich von den Rändern dünne zarte Haut über die Wunde. Das ganze Gewebe schrumpft, und als Endresultat bleibt eine glatte glänzende Narbe. Aber, aber! Der Organismus hat nur die wichtigsten Funktionen wieder hergestellt: die Blutversorgung und die Deckung nach außen. Die übrigen zerstörten Funktionen sind ihm ganz gleichgültig. Die wieder ersetzte Haut hat keine Schweißdrüsen, keine Haare, keine Elastizität, weil das Fett und das elastische Gewebe der Haut nicht mit ersetzt sind, die Muskeln und Sehnen und die Nerven sind nicht aneinander geheilt. Das Endresultat ist eine abgemagerte, versteifte, und in der Versteifung verzerrte, für das Leben unbrauchbare Hand. Damit gibt sich der Organismus zufrieden! Er rettete nur das lebenswichtige, die lebenserhaltenden Funktionen. Der Mensch ist aber nicht damit zufrieden, er will auch in Zukunft möglichst schaffen können, erwerbsfähig bleiben. Und der Arzt rettet eine Menge von Funktionen: er näht Muskel an Muskel, Sehne an Sehne, vereinigt die Enden der Nerven; jetzt, da sich kein narbiges Gewebe zwischen die klaffenden Enden mehr schieben kann, ist der Natur geholfen, jetzt heilt sie auch die Enden einzeln aneinander, wie es der Arzt wünschte, und das Re-

Digitized by Google

sultat ist ein ganz anderes: eine bewegliche, für das praktische Leben brauchbare Hand.

Die Deckung nach außen, das scheint dem Körper das wichtigste. Wo eine Verletzung war, bildet sich sofort Ersatz der Haut und — eine Narbe. Mag es sein, wo es will. Immer stereotyp. Aber das Resultat ist nicht immer sehr angenehm: eine Verletzung in der Speiseröhre heilt unglaublich schnell; aber die Narbe hat zuweilen die sehr häßliche

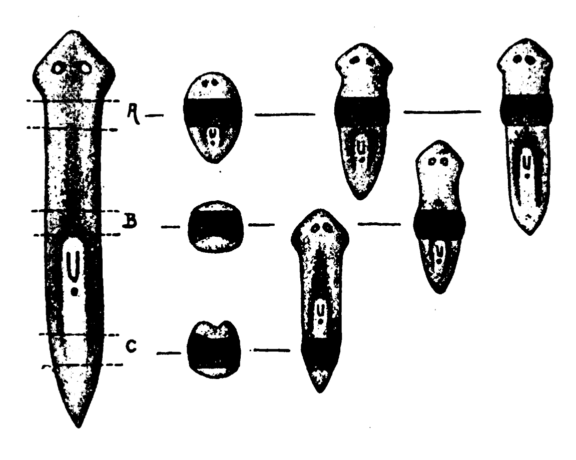


Fig. 24. Ein Wurm (Planaria) aus dem Morgan 3 Stücke A, B, C ausschnitt. Diese Stücke ersetzten sich je wieder zu einem neuen Wurm, wie es rechts durch die Pfeile angegeben ist. (Nach Morgan).

Eigenschaft, daß sie durch die Schrumpfung die Speiseröhre zusammenzieht und verengert, so daß der Mensch keine Speisen mehr herunterschlucken kann, allenfalls noch flüssige Nahrung. Dasselbe erleben wir nach Verletzungen des Magens oder bei der Vernarbung eines Magengeschwürs.

Ist irgend ein Organ zerstört, so ersetzt die Natur das fehlende, falls es lebenswichtig war. Das sehen wir an allen Tieren. Die Fähigkeit zum Wiederersatz, zur Regeneration

Digitized by Google

verloren gegangener Teile ist bei manchen Tieren geradezu erstaunlich. Manche Würmer kann man in zwei oder mehrere Teile zerschneiden, und jeder Teil ersetzt sich zu einem neuen, lebensfähigen Wurm. Der Schwanz der Eidechse ist sehr zerbrechlich (das ist von Vorteil für die Eidechse, denn die Verfolger fassen sie am Schwanz), das abgebrochene Stück wird aber bald, in einigen Wochen, vollständig, mit Haut Knochen und Muskeln, ja, mit dem Endstück des Rückenmarks ersetzt, weil der Schwanz ein sehr lebenswichtiges Organ, zur schnellen Fortbewegung unentbehrlich ist. Die Wassermolche, Tritonen, die großen Nachstellungen von Fischen, Vögeln und Wasserkäfern ausgesetzt sind, haben ein erstaunliches Regenerationsvermögen: abgezwickte Beine wachsen mit allem Zubehör vollkommen wieder an, selbst das ausgehackte Auge ersetzt sich wieder. Aber schneidet man dem Triton irgendein inneres Organ aus*) und näht das Tier wieder zu, so ersetzt sich das verloren gegangene Organ nicht wieder. Warum nicht? Weil die inneren Organe so geschützt liegen, daß eine Verletzung ganz ausgeschlossen erscheint. Darum brauchen sie diese Fähigkeit nicht zu entwickeln. Die Natur ersetzt also nur *das* lebenswichtige, das häufigen Verletzungen ausgesetzt ist. *Je verletzlicher, desto ersetzlicher.*

Nicht ersetzt werden unsere abgehackten Glieder, denn der Mensch kann zur Not auch ohne sie auskommen. Wohl aber wird ersetzt die *Haut*, denn sie ist leicht verletzlich und — als Schutzorgan — sehr lebenswichtig. Ebenso energisch wird die verletzte Schleimhaut von Magen und Darm wieder hergestellt, und zwar sehr rasch, da auch sie sehr vielen Schädigungen ausgesetzt ist. Sehr langsam dagegen oder gar nicht bildet sich neue Schleimhaut in der Blase und in den

*) Siehe Günther, Der Darwinismus und die Probleme des Lebens. Freiburg 1904.

Digitized by Google

Gallenwegen*), wenn hier eine Verletzung stattfand. Während „einfache" Drüsen, Talgdrüsen, die Schleimdrüsen des Magens, Darms und der Gebärmutter sich sehr rasch ersetzen (vorausgesetzt, daß ein Rest zurückgeblieben ist, von dem aus der Ersatz stattfinden kann), tritt eine Regeneration zerstörter komplizierter Drüsen, der Schweiß- und Tränendrüsen, Speicheldrüsen, des Pankreas, der Leber und Nieren nicht ein. Erstens wohl, weil sie weniger verletzlich sind, dann aber auch, weil gegenüber diesen komplizierten Gebilden die Kunst des Körpers versagt. Wir sehen hier ein neues Prinzip: je komplizierter, differenzierter ein Organ, desto schwieriger ist die Regeneration. Die Regenerationsfähigkeit des Körpers hat eben ihre Grenzen.

Wir haben früher gesehen, daß unser ganzes Nervensystem, Gehirn und Rückenmark aufgebaut ist aus besonderen Zellen, Neuronen, bestehend aus einem Ganglion mit einem langen, langen Fortsatz, dem Nerv. Ganglienzellen bilden auch die Rinde des Großhirns. Wird diese etwa durch einen Schlag, der die Schädeldecke zertrümmerte, verletzt, so bilden sich die ungeheuer komplizierten Ganglienzellen nicht wieder. Wird aber ein Nerv am Körper durchschnitten, so kann er sich vollkommen wieder herstellen, wenn nicht zu festes Narbengewebe sich zwischen die Enden schiebt. Freilich dauert das lange Zeit. (Wenn ich vorhin bei der Verletzung anführte, daß der Nerv nicht wieder anwuchs, so soll das nur „vorläufig" bedeuten.) Der Nerv wächst von der Seite seines Ganglions wieder aus. Was ist der Nerv? Ein Fortsatz, ein Teil einer Zelle, des Neurons. Bei den einzelligen Lebewesen haben wir gesehen, daß sie ihr Protoplasma in größter Vollkommenheit wieder herstellen können,

---

*) Siehe Bizzozero, Accroissement et régénération dans l'organisme. Arch. ital. de biologie XXI, I.

Digitized by Google

wenn der Kern nicht verletzt war. War dieser verletzt, so geht die ganze Zelle zugrunde. Ebenso bei dem Nerv. War die Ganglienzelle verletzt, so stirbt der ganze Nerv bis an sein äußerstes Ende ab, blieb der Kern des Ganglions unversehrt, so bildet sich von hier aus das neue Protoplasma des Nerven.

Ersetzt werden die Knochen, sie heilen wieder zusammen, wie hinlänglich bekannt ist. Nicht ersetzt wird der Knorpel, der zerstört war, mit dessen Zerstörungsmöglichkeit der Organismus gar nicht zu rechnen scheint. Ersetzt wird außerordentlich rasch das Blut, das der Körper aus einer Wunde verlor. Sogar bedeutende Blutverluste von 2 bis 3 Litern Blut werden in erstaunlich kurzer Zeit, in einigen Tagen durch Neubildung von roten Blutkörperchen und Blutwasser ausgeglichen. Man bedenke, daß zur Deckung dieses Blutverlustes Milliarden von roten Blutkörperchen neugebildet werden mußten! Nicht ersetzt werden aber die Adern, d. h. die alten Wege werden nicht wieder gangbar gemacht, dafür bilden sich sehr rasch genügende Seitenwege.

Viele Organe und Gewebe können also von dem Organismus zu voller Funktionsfähigkeit wieder hergestellt werden. Viele aber auch nicht, selbst dann nicht, wenn sie lebenswichtig sind. Es lauern aber überall zerstörende Kräfte, sie lassen kein Organ verschont, wahllos vernichten sie wichtige und unwichtige Funktionen. Wie nun, wenn nicht wiederherstellbare Organe untüchtig werden, wenn ihre Tätigkeit für die Gesamtheit ausfällt? Dann wäre der Körper — vorausgesetzt, daß ein wichtiges Organ betroffen ist — verloren, wenn er nicht auch hier noch Rat wüßte.

Wenn die menschliche Gesellschaft irgendein Fabrikationsprodukt nötig hat, sagen wir Zucker, so ist es der konsumierenden Allgemeinheit ganz gleichgültig, wer den Zucker fabriziert, wenn er nur fabriziert wird. Ist kein Zucker zu

Digitized by Google

haben, sei es, daß die Fabriken kein Rohmaterial haben, weil alle Rübenernten vernichtet sind, oder daß die Arbeiter streiken, so suchen die Konsumenten neue Quellen. Finden sie diese nicht, so schränken sie sich ein. Sie nehmen auch minderwertige Ware in Kauf, solange die Fabriken keine bessere liefern können, bis die Fabriken ihren alten Betrieb wieder voll aufnehmen. Bleibt dauernd die Produktion aus, nun, dann muß man eben ein Surrogat nehmen. So macht's der Körper auch.

Es kommt ihm nur darauf an, die Funktion wieder herzustellen. Ob das alte Organ ersetzt wird, ist schließlich Nebensache, dafür üben sich andere Organe, die zerstörte Funktion zu übernehmen.

Ein armlos geborener Mensch lernt, wie bekannt, seine Füße wie Hände zu gebrauchen, er faßt, greift und macht mit ihnen die kompliziertesten Verrichtungen. Die Füße erlangen einen hohen Grad von Beweglichkeit (s. Teil I Fig. 3).—Wenn ein Darmgeschwür vernarbt, so entsteht oft eine sehr fatale Verengerung. Der Inhalt des Darms muß aber hindurch. Da das durch die verengte Passage nur langsam geht, staut sich die Masse davor, und der Darm wird vor der Enge weiter. Es kostet auch größere Arbeit, den Inhalt durch diese Stelle fortzuschieben, ergo entwickeln sich auch in dem erweiterten Darm über dem Engpaß kräftige Muskeln. — Das Herz treibt das Blut durch die Hauptader in den Körper. An ihrem Anfang sitzt ein Klappenventil. Sobald das Herz das Blut preßt, bleibt es über dem Ventil stehen, kann nicht zurück. Diese Klappen zerreißen leider oft. Wenn das Herz sich wieder ausdehnt, fällt ein Teil des Blutes durch das zerrissene Ventil zurück. Also muß das Herz mehr Blut mit jedem Schlage in die Ader pressen. So wird es weiter, und da es größere Arbeit leisten muß, wird der Herzmuskel kräftiger. Wenn die Nieren in ihrer Arbeitstätigkeit eingeschränkt werden durch eine Nierenentzündung, so zwingt sie

Digitized by Google

das Herz zur Arbeit, indem es das Blut unter stärkerem Druck hindurchtreibt und wieder ist die Folge eine Verstärkung des Herzmuskels. — Wenn ein Teil des Gehirns arbeitsunfähig wird, so kann man oft beobachten, daß ein anderer Teil dessen Funktionen übernimmt. Ebenso vergrößert sich die eine Lunge, wenn die andere der Zerstörung anheimfällt. Kurz, wir sehen überall, daß ausgefallene Funktionen von anderen Organen übernommen werden können.

Oder, es treten auch ganz andere Funktionen für die geschädigten ein. Wenn die Nieren arbeitsfähig werden, übernimmt die Haut und wohl auch der Darm, so gut wie es gehen will, die Aufgabe, den Körper von seinen Ausscheidungsstoffen zu befreien. Menschen, die ihr Augenlicht verloren haben, können sich in erstaunlicher Weise orientieren, indem sich das Gehör und der Tastsinn außerordentlich vervollkommnen und verfeinern. Der fehlende Muskelsinn wird, wie wir früher sahen, durch das Gesicht ersetzt.

Mannigfaltig sind die Wege, auf denen der Körper seine Funktionen zu erhalten oder wiederzugewinnen sucht. Aber nur die lebensfördernden Funktionen ersetzt er, weil er sie ersetzen muß um den Preis seines Lebens. Eine Funktion kann fehlen, wie wir gesehen haben, weil sie von Anfang an bei einem Menschen nicht da war, oder weil ihr Organ zerstört ist, oder auch weil die Aufgabe zu groß ist. Der Ausfall der Funktion richtet sich immer nach der Wichtigkeit der Aufgabe. Kann die Aufgabe nicht gleich erfüllt werden, so treten Störungen auf, bis die Körpereinrichtungen mit ihr fertig geworden sind, oder bis durch Regeneration und Einspringen anderer Funktionen das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Die Aufgaben sind zuweilen sehr verwickelt, besonders dann, wenn Schädigungen die Organe heimsuchen, die andauern oder im Angriff wachsen. Mit vielen Bakterien wird der Körper mit Hilfe seiner Leucocyten bald fertig, ohne daß wir etwas davon merken. Sind sie aber besonders angriffs-

Digitized by Google

kräftig, so braucht der Körper Scharen von Verteidigungstruppen, die er zum Kampfplatz schicken muß — Entzündung —, bis er in der höchsten Not, im Fieber, seine letzten Reservekräfte ins Feld schickt. Der Sieg richtet sich danach, wer stärker ist, die Bakterien oder der Organismus. — Ein anderes. Die aus dem Darm stammenden Gifte zerstört die Leber prompt und macht sie unschädlich. Ist aber die Giftbildung vermehrt oder anhaltend (was bei träger Darmtätigkeit vorkommt), so kann die Leber die Aufgabe nicht bewältigen, die Gifte wirken zerstörend auf das Blut. Der Ausfall des Blutes macht sich wieder in den Organen in verminderter Leistungsfähigkeit bemerkbar. So zieht der Ausfall oder das Versagen einer Funktion eine Kette von Schädigungen nach sich. Auch andere Organe werden funktionsuntüchtig, der ganze Organismus ist — krank.

Krankheit ist in letzter Linie immer ein Zeichen des Versagens von Funktionen im Augenblick des Bedarfs. Krankheit ist der Ausdruck dafür, daß Müssen und Können sich nicht decken.

Kranksein ist ein Ringen des Organismus um Rettung, Erhaltung oder Wiederherstellung schützender oder lebensfördernder Funktionen. Krank ist der, in dessen Körper sich ein heißes Bemühen abspielt, die gebieterisch sich aufdrängenden übergroßen Aufgaben zu erfüllen.

Ursachen der Krankheit sind alle Ereignisse, die eine Zelle oder ein Organ so in Anspruch nehmen, daß es um Sein oder Nichtsein kämpfen muß. Gelingt es dem Körper, nach Beseitigung der Krankheitsursache wieder in den Besitz aller oder doch soviel Funktionen zu kommen, daß das Leben erhalten bleibt, so ist das Genesung. Gelingt es ihm

Digitized by Google

nicht, sämtliche lebenerhaltenden Funktionen wieder herzustellen, so ist der Tod oder dauerndes Siechtum die Folge.

Sind Krankheiten erblich? Die Frage scheint dem Laien durch die Beispiele, die das tägliche Leben bietet, so klar entschieden, daß sie kaum noch der Diskussion bedarf. Selbstverständlich meint man, sind sie erblich. Mit Verlaub, so ganz selbstverständlich ist es doch nicht, und es verlohnt sich, kurz darauf einzugehen.

Daß es vererbte Eigenschaften gibt ist klar. Die Farbe der Augen, der Haut, der Haare, Form und Gestalt und Ausbreitung der Haare geht, wie wir wissen, von Eltern auf Kinder und Enkel über. Ebenso die Gesichtszüge mit ihren charakteristischen Eigenschaften. Die Bourbons und Orleans haben als Familienerbstück einen besonders stattlichen Ausbau der Nase, und die Habsburger sind bekannt durch die große Unterlippe, die sich auf den Ahnenbildern durch Generationen hindurch verfolgen läßt. Erblich sind auch gewisse Talente, wie das Talent für Musik und Mathematik. (Die Bachs als Musiker, und die Bernoullis als Mathematiker.) Es vererben sich also Organe und Eigenschaften. Wie kommt Vererbung zustande? Ein jedes Individuum baut sich aus zwei Teilen auf, einem mütterlichen und einem väterlichen, Ei und Samenzelle. In diesen beiden Bestandteilen, so nehmen wir an, sind die Eigenschaften und Eigentümlichkeiten von Vater und Mutter im Keime vorhanden. Sobald sie sich vereinigt haben, und die Kerne verschmolzen sind, ist der Akt der Vererbung abgeschlossen. Was nach der Kernverschmelzung kommt, kann unmöglich Vererbung genannt werden, es war in den Keimstoffen ja gar nicht vorhanden. Was zur Zeit der Geburt an dem Individuum vorhanden ist, ist angeboren. Von dem angeborenen ist der größte Teil vererbt, aber es kann schon vor der Geburt etwas erworben sein, z. B. Mißbildungen und dergleichen.

Wie ist es nun mit den Krankheiten? Krankheit ist

Digitized by Google

keine Eigenschaft, sondern ein Vorgang: ein Versagen von Funktionen im Augenblick des Bedarfs. Zur Krankheit gehören zwei Faktoren: Funktion und Aufgabe; die Funktion kann ihre Aufgabe nicht bewältigen.

Was vererbt werden kann, sind Organe und mit ihnen die Funktionen. Die Organe können gar nicht oder nur mangelhaft ausgebildet sein, oder wenig widerstandsfähig. Eine Krankheit kann nie vererbt sein (allenfalls nur angeboren), denn die Aufgaben lagen nicht mit im Keim, sie werden von der Welt mit ihren Ansprüchen und Anforderungen gestellt. — Vererbt werden kann die fehlende Eigenschaft der Blutgerinnung. In der Tat gibt es „Bluterfamilien" (berühmt sind die Familie von Tenna und die Familie Mampel), in denen vom Manne auf den Enkel durch Generationen hindurch das verhängnisvolle Familiengeschenk vererbt wird. (Warum die Vererbung immer gerade diesen Sprung macht, das auseinanderzusetzen würde hier zu weit führen.) Die Bluter sind ganz gesunde Menschen, bis eines Tages ihr Blut bei einer Verletzung vor die Aufgabe der Blutgerinnung gestellt wird: es versagt wegen vererbten Mangels dieser Funktion, und die Folgen der Blutung stellen sich ein.

Die Gicht ist außerordentlich vererblich, man rechnet, daß sie in 90% der Fälle vererbt wird. Sie beruht auf einem Mangel einer Funktion, der Fähigkeit, die Harnsäure im Körper zu zerstören, so daß diese im Körper kreist und nicht weiß, wie sie ausgeschieden werden soll. Ebenso die Zuckerkrankheit, bei der die Funktion der Zuckerverbrennung und Ausnützung nicht hinreicht. Auf Vererbung beruhen auch Farbenblindheit, Kurzsichtigkeit, sonstige Augenanomalien, manche geistige Defekte, einige Mißbildungen (z. B. Sechsfingrigkeit). Alles Ausfall oder abnorme, durch Vererbung bedingte Ausbildung von Organen und Funktionen. Ein farbenblindes Kind wird natürlich dann erst seinen Mangel

Digitized by Google

merken, wenn es Farben unterscheiden soll. Es gehört immer erst eine Aufgabe dazu, um die Fehler in der Entwicklung zu enthüllen.

Man hat sich so daran gewöhnt, die Tuberkulose für erblich zu halten, daß man nur ungern vorurteilslos an die Untersuchung dieser Verhältnisse sich heranwagt. Daß jedermann dem Dogma von der Vererbbarkeit der Tuberkulose huldigt, liegt eben daran, daß man so oft bei Kindern schwindsüchtiger Eltern diese selbe Erkrankung auftreten sieht.

Wenn ein Kind tuberkulöser Eltern auch tuberkulös wird, so könnte es daran liegen erstens, daß es diese Krankheit tatsächlich mit dem Keime ererbt hat, zweitens, daß es vor der Geburt sich die Krankheit erworben hat, drittens, daß es gesund zur Welt gekommen ist, aber weniger widerstandsfähig war, so daß es eher erkrankt, als ein gesundes Kind, viertens, daß es nicht weniger widerstandsfähig war, aber im Umgang mit den Eltern eher Gelegenheit hatte, sich anzustecken, fünftens, daß es gesund war und zufällig angesteckt ist, wie andere Kinder auch.

Was ist Tuberkulose? Ein Kampf der schützenden Funktionen des Organismus mit dem Tuberkelbazillus, der an den Organen sein Zerstörungswerk verrichtet. Die Tuberkelbazillen sind kein Bestandteil der elterlichen Keime, sie können sich unmöglich vererben. Keine Vererbung der Tuberkulose ist daher ausgeschlossen. Es könnte freilich sein, daß die schwer kranke tuberkulöse Mutter das Kind vor der Geburt ansteckt. Ist doch die sich entwickelnde Frucht ein Organ von ihr, wie jedes andere, das auch wie ein anderes tuberkulös werden kann. Diese Ansteckung kann vorkommen, wenn auch nur sehr selten. Auch das ist natürlich keine Vererbung. Die Tuberkelbazillen stammen aus der Außenwelt, sie wanderten durch die Mutter hindurch auf die Frucht und zwangen auch diese zum Kampf

Digitized by Google

um die Lebenserhaltung, bevor sie das eigentliche Leben kennen gelernt.

Hier ist ein Apfelbaum mit reifen, goldigen Früchten. Größe, Gestalt, Geruch, Geschmack und Farbe haben die Äpfel durch Vererbung. Das ist klar. Auch die Würmer, die an ihnen nagen? Diese Frage hält jeder für absurd. Die Würmer können natürlich nicht vererbt werden, da sie doch kein Bestandteil der elterlichen Keime sind. Aber, die Würmer gehen an die Äpfel dieses Baumes lieber als an die eines anderen. Gerade dieser Baum hat keinen Apfel, der nicht wurmstichig wäre. Haben die Äpfel diesen Wurmstich geerbt? Ohne Zweifel nicht, aber sie haben durch Vererbung gewisse Eigenschaften, die den Wurm veranlassen, gerade diesen Apfel zu zerwühlen. Diese Äpfel sind also empfänglicher für den Wurmstich. Tatsächlich sind auch die Kinder tuberkulöser Eltern eher empfänglich, vor allem vielleicht dadurch, daß sie einen besonders flachen Brustkorb mit mangelhaft ausgebildeten Lungen zu erben pflegen. So haben sie eine erhöhte Disposition, und wenn dann die bösen Bazillen kommen, fallen sie der Ansteckung zum Opfer. Daß die Bazillen kommen, dafür sorgen schon die schwindsüchtigen Eltern, deren Zimmer Milliarden von den Bazillen im Staub und in den Fußbodenritzen bergen. So liegt also diese Frage jetzt: *Eine Krankheit wird nicht vererbt* (denn zur Krankheit gehört immer die auslösende Ursache), *wohl aber die Disposition zur Krankheit wegen ererbter Minderwertigkeit von Organen und Funktionen.*

Ein oberflächlicher Urteiler könnte einwenden, es wäre eine müßige Sache, sich darüber den Kopf zu zerbrechen, ob das schwindsüchtige Kind schwindsüchtiger Eltern die Krankheit durch Vererbung der *Krankheit* oder durch Vererbung der *Anlage* erhalten hätte. Ob es so oder so der Krankheit zum Opfer fiele, das wäre gehupft, wie gesprungen.

Digitized by Google

Gewiß, wenn das Kind krank geworden ist, hat die Frage nur eine nebensächliche Bedeutung. Aber die neue Lehre, die sich auf sorgfältigste Beobachtung stützt, hat trotzdem eine eminente praktische Wichtigkeit. Während das Dogma der Vererbung von Krankheiten einen bösen resignierten Pessimismus züchtet, in dem man achselzuckend mit dem verhängnisvollen Wort „Vererbung“ zur Tagesordnung übergeht, gibt die neue Auffassung der tatkräftigen Hoffnung Raum, daß man den Brunnen zudecken kann, bevor ein Unglück passiert ist. Jetzt, wo wir wissen, daß Krankheiten nicht vererbt werden, dürfen wir die Hände nicht fatalistisch in den Schoß legen. Wir müssen und können in vielen Fällen die fehlerhafte Anlage so ausbilden, daß die Folgen der Erblichkeit ausgeglichen werden, so daß die Nachkommen der Tuberkulose gegenüber nicht weniger gerüstet sind, als diejenigen, die das Stigma der Vererbung nicht an sich tragen. Wir dürfen jetzt die tröstende Erlösung verkünden: das Kind ist nicht verloren, wenn wir die Ansteckung möglichst vermeiden, und den Körper für den Kampf des Lebens stählen! Die Kinder schwindsüchtiger Eltern schweben täglich in der größten Gefahr sich anzustecken, viel mehr als andere Kinder, also sehen wir zu, wie wir diese Ansteckungsmöglichkeit einschränken! Sehr lehrreich ist die von Feer berichtete Geschichte von drei Zwillingspaaren, welche von schwindsüchtigen Eltern geboren waren. Je einer der Zwillinge wurde bei der Mutter belassen; diese drei erkrankten bald an Tuberkulose und starben. Jeder andere Zwilling wurde nach der Geburt von der Mutter weg in gesunde Pflege gebracht; diese drei blieben gesund.*)

Krankheit beginnt immer mit einem Versagen von Funktionen, und im Kranksein ringt der Organismus um die Wiederherstellung der versagenden Funktionen und Organe.

*) Feer, Die Macht der Vererbung. Basel 1905.

Digitized by Google

Gelingt es ihm, das Gleichgewicht seiner Funktionen wieder so auszugleichen, daß er leben, seine Aufgaben erfüllen kann, so nennt man das Heilung. Krankheiten können also „von selbst", ohne Mithilfe menschlichen Eingreifens heilen. Die Alten hatten das natürlich auch schon gesehen, daß die Krankheiten „von selbst" heilen. Da die Krankheit bei ihnen ein schattenhaft gespenstisches „Wesen" war, das von dem Körper Besitz nahm, so erklärten sie sich die Heilung dadurch, daß eine andere geheimnisvolle Kraft der Krankheit entgegenarbeitete, eifrig bemüht, die Krankheit aus dem Körper hinauszuwerfen. Das war die Vis medicatrix naturae, die „Heilkraft der Natur". Heute wissen wir es besser. Die Heilkraft nötigt uns ein überlegenes Lächeln ab. Mit Philosophie kommt man nicht weit in der Lösung naturwissenschaftlicher Probleme, und dies war rein philosophische Klügelei. Es gibt keine Heilkraft, die mit der Krankheit im Kampfe liegt, weil es im Grunde ja auch keine „Krankheit" gibt; die Heilkraft ist eine Eigenschaft, die sämtlichen Organen und Zellen des Körpers zukommt, nichts anderes wie die Tätigkeit der Zellen selbst, die ihr Leben hartnäckig behaupten und erhalten. Wie Heilung zustande kommt, wie der Körper in Ausübung seiner elementaren Lebenseigenschaften fertig wird mit dem Versagen seiner Funktionen, das ist auf den vorhergehenden Blättern beschrieben. Ersatz der ausfallenden lebenswichtigen Organe und Funktionen, das ist das ganze Geheimnis der Heilung. Ja, wenn wir die Sache genau besehen, so kann auf anderem Wege überhaupt keine Heilung zustande kommen. Nie und nimmer können wir Menschen „heilen", das kann nur der Organismus.

Ja, wenn wir nicht heilen können, wozu gibt es denn Ärzte? Sind sie nicht die überflüssigste Menschenklasse der Welt? Manche denken so, freilich in dem Pharisäerdünkel, daß sie zu heilen verstünden. O nein, wir können allesamt

Digitized by Google

nicht heilen, wir sind allesamt Stümper und Lehrlinge in der Werkstatt der Natur, aber — ihre Existenzberechtigung, ihre große Bedeutung haben die Ärzte doch.

Kranksein ist ein Ringen zwischen Organ und Aufgabe. Der Organismus hilft nur das für das Leben Notwendige wiederherstellen. Aber er hält manches für nicht notwendig (weil man auch ohne das auskommen, leben kann), was uns im Erwerbsleben stehenden Menschen sehr notwendig erscheint. Wenn jemand sich den Arm verrenkt, so kann er noch leben, alt werden, aber wie? Er *lebt*, das genügt dem Organismus. Ein Arzt renkt den Arm ein, und der Mensch lebt nicht nur, sondern er lebt erwerbsfähig. Und ist's mit dem Beinbruch nicht genau so? Heilen tut die Natur den zerbrochenen Knochen schon, aber wenn nicht menschliche Fürsorge die Heilung überwachte und durch geeignete Verbände die *gerade* Heilung erzwänge, dann würde manches „schief gehen".

Der natürliche Heilprozeß vertritt die Interessen des Organismus, der Arzt die des Menschen.

Es gibt ein altes lateinisches Wort, das heißt: Natura sanat, medicus curat. Die Natur heilt, der Arzt kuriert. Das ist's. Kurieren (curare) heißt sorgen, wachen. Fürsorglich den Krankheitsprozeß beobachten und bewachen. Darin liegt das Geheimnis der ärztlichen Kunst. Und in diesem Geheimnis ist Raum genug für praktisches Handeln und tätiges Eingreifen. Nicht durch philosophische Überlegungen kommen wir weiter, erringen wir Erfolge in der Behandlung von Krankheiten, sondern nur dadurch, daß wir die Natur bei ihrer Arbeit belauschen, ihr absehen, wie sie es macht, und wenn sie ihre Aufgabe nicht bewältigen kann, mit freundlicher Sorge ihr helfen, die zerstörten Funktionen wieder aufzubauen. Gewiß können wir dem Organismus hier helfen, denn seine feinen Vorrichtungen versagen oft, sei es

Digitized by Google

daß er keine Funktionen hat, die Schädlichkeit zu beseitigen, oder daß sie nicht genügen. Es tritt sich jemand einen Dorn in den Fuß. Sollen wir hier dem Körper die ganze Arbeit überlassen, mit Hilfe seiner Vorrichtungen den Dorn durch Eiterung zu entfernen, oder sollen wir nicht lieber helfen, den Dorn auszuziehen? Und ebenso ist's mit dem Splitter, der ins Auge flog. Wenn ein Bandwurm, in finnigem Fleisch eingeführt, im Darm sein schmarotzendes Leben führt und allerlei Beschwerden, ja grobe Störungen hervorruft, verjagen wir ihn mit einem geeigneten Mittel. — Hilflos ist der Körper im Wechselfieber und gelben Fieber dem Angriff der Malariaparasiten preisgegeben, die in dem Blut schmarotzen und große Gefahr für den ganzen Organismus heraufbeschwören. Der Körper kann sich nicht helfen, also helfen *wir* ihm. Wir kennen ein Mittel, das Chinin, das die Parasiten tötet, ohne, richtig angewendet, den Körper anzugreifen. Kein Tropenreisender möchte es entbehren und die wilden Völkerstämme geben Hab und Gut den Händlern für kleine Dosen dieses Mittels. Unendlicher Segen ruht auf seiner Anwendung. Aber es gibt eine Sekte, die alles, was „Arznei“ heißt, in Grund und Boden verdammt, und auf die Fahne einer „Naturheilmethode“ schwört. Der Name ist anmaßend. Denn Natur ist alles, auch die Gifte gehören zu den natürlichen Mitteln. Unser Körper selbst enthält so starke Gifte (z. B. das Gift der Nebenniere), daß sie in winziger Dosis eingenommen, töten. Diejenigen, die einseitig mit einer oder vielleicht einigen „arzneilosen“ Methoden zur Behandlung von Krankheiten auszukommen glauben, beweisen, wie wenig tief sie sich bemüht haben, in das Wesen der im Körper sich abspielenden Heilvorgänge einzudringen. Wenn ein Herz, das längst einen Fehler hatte (der aber durch die Muskeltätigkeit des Herzens selbst ausgeglichen war), bei großer Anstrengung versagt und nun nicht mehr zu geregelter Tätigkeit zurückkehrt, den Körper

Digitized by Google

nach Wochen und Monaten des Siechtums dem Tode überliefert, wenn ein solches Herz ein einzigesmal soviel Hilfe erhält, daß es die Aufgabe leisten kann, so ist der Körper gerettet. Diese Hilfe können wir ihm geben durch die allerdings giftigen Blätter des Fingerhuts. Es ist ein durchaus törichter Standpunkt, aus einseitiger Prinzipienreiterei einen Menschen untergehen zu lassen, weil der Fingerhut ein Gift ist. Gewiß ist er ein Gift, aber es beweist auch eine völlige Unkenntnis der Verhältnisse, wenn man glaubt, der Körper würde nicht mit diesem Gift schleunigst fertig werden. Gift ist schließlich alles, sogar das Kochsalz!

Die Hauptsache bleibt aber, daß wir dieselben Mittel wählen, die der Organismus gebraucht, um mit der Schädigung fertig zu werden. Zuweilen ist er nicht imstande dieses Mittel anzuwenden, weil seine Organe geschwächt sind, zuweilen dauert es zu lange, die Schädlichkeit zu überwinden, sie würde bis dahin zu großes Unheil angestiftet haben. Ist ein Gift in den Magen gelangt, so erbricht er es. Tut er es nicht, so ahmen wir das nach und spülen den Magen aus. Kommen wir dazu zu spät, so geben wir ein „Gegengift", möglichst ein solches, wie es der Organismus selbst anwenden würde. Bei Anilinvergiftung versucht der Körper (in der Leber) das Anilin nach vorhergegangener Oxydation mit Schwefelsäure zusammenzubringen und so (als Paraamidophenolschwefelsäure) auszuscheiden. Aber bei großen Anilinmengen hat er die entsprechenden großen Schwefelsäuremengen nicht zur Verfügung. Also geben wir sie ihm, in Form von Glauber- und Bittersalz, und er wird von der schweren Vergiftung gerettet. Haben sich Bakterien in dem Körper angesiedelt, die ihr schädliches Gift durch den ganzen Leib verbreiten, so wäre der Körper verloren, wenn er nicht sein Gegengift, auf das Toxin sein Antitoxin herstellen könnte. Kann er es nicht, oder nicht

Digitized by Google

schnell genug, so geben wir ihm das Antitoxin. Hier haben wir genau denselben Weg eingeschlagen, den die Natur zu gehen bemüht ist, aber nicht rasch genug gehen konnte. Die Heilserumbehandlung ist demnach das Ideal einer „Naturheilmethode“. Es gibt ansteckende Krankheiten, wie zum Beispiel Hundswut, bei der es keine Rettung, keine Erlösung gibt. Wer vom wutkranken Hund gebissen ist, muß sterben. Aber — der geniale Pasteur baute weiter auf den Beobachtungen und Entdeckungen, die an anderen ansteckenden Krankheiten gewonnen waren und sagte sich: wenn die Natur hier so ohnmächtig und hilflos ist, auf jede Heilung verzichtet, so will ich ihr helfen. Helfen mit ihren eigenen Mitteln, mit den Mitteln, mit dem sie die anderen ansteckenden Krankheiten überwindet. Das Resultat seiner geistreichen Überlegung war die Wutimpfung, und Tausenden von Menschen rettete er das Leben.

Krankheit ist Kampf. Und in dem Kampf zwischen Körper und Schädlichkeit stellt sich der Arzt auf die Seite des natürlichen Widerstandes. Hier muß er die krankmachende Ursache beseitigen oder so abschwächen, daß der Körper günstigere Chancen gegenüber dem schwächeren Gegner hat, dort die Funktionen des Körpers, die im Kampf stehen, unterstützen, anfeuern, oder — im Zügel halten. Denn auch dieses kann nötig werden. Die Funktionen können nicht denken, sie arbeiten schematisch, so schematisch, daß der Körper auch unter ihnen leidet. Entzündung ist (wir werden darauf später näher eingehen) eine sehr schöne Einrichtung, eine Reaktion auf eine Schädigung, mit der Tendenz, sie zu beseitigen. Unendlich oft verdanken wir einer Entzündung unser Leben. Aber wehe, wenn diese schützende Funktion im Kehlkopf in Aktion tritt! Hals und Kehlkopf schwellen an, bis zur höchsten Erstickungsgefahr, und der Arzt muß den löblichen Eifer des Organismus zügeln. Das Fieber ist auch (wie neuerdings wohl ziemlich allge-

Digitized by Google

mein angenommen wird) eine Schutzvorrichtung, in der die Körperzellen zur äußersten Kraftleistung angestrengt werden im Kampf mit der Krankheit. Der Körper erreicht für gewöhnlich sein Ziel, freilich zuweilen wie der Doktor Eisenbart: im langdauernden Fieber werden andere Funktionen, besonders die des Gehirnes, so geschädigt, daß der Mensch darunter leidet. — Wie Schmerzen warnen, wie sie dem Menschen freundlich helfen, seine Gesundheit zu bewahren, das haben wir uns klar gemacht. Aber sie schießen oft über das Ziel des Erträglichen hinaus. So sehr, daß ein Collaps, ein tödlicher Zusammenbruch eintritt. Soll hier der Arzt müßig zusehen? Gewiß soll er die Ursachen des Schmerzes beseitigen. Aber wenn das so rasch nicht möglich ist, soll er untätig warten? Nein, er hilft die Schmerzen beseitigen, um Schlimmeres zu vermeiden, vorläufig nur die Schmerzen, später die Ursache der Schmerzen. Wenn es nicht anders geht, durch narkotische Mittel. Und soll der Arzt ruhig zusehen, wenn sich ein Kranker in Erbrechen und Durchfällen erschöpft? Wo gar nichts zu erbrechen ist? Wenn der Körper erbricht, weil stereotyp auf einen bestimmten Reiz immer dieselbe Brechreaktion einsetzt? Hier muß er mäßigen, zügeln, die zwecklosen Reaktionen auf das richtige Maß zurückführen. Ebenso ist's mit dem Husten. Gewiß ist der Husten eine vortreffliche Funktion unseres Körpers, die Lungen vor Staub und Bakterien zu schützen. Aber die Kranken kommen zum Arzt, von dem Husten, der ihnen lästig ist, befreit zu werden. Der Arzt handelt töricht, der den Husten um jeden Preis bekämpfen will. Beraubt er doch den Körper seines wirksamen Schutzes. Denn das Fremde, das Schlechte und Zerstörende muß aus den Lungen entfernt werden. Aber ebenso töricht handelt der, der den Husten prinzipiell nicht bekämpft. Als wenn es keinen nutzlosen quälenden Husten gäbe, wo nichts zu beseitigen ist, einen Husten, der durch einen Reiz der Schleimhaut, schon durch

Digitized by Google

einfache Blutüberfüllung, unterhalten wird und durch endloses Quälen den Menschen bis aufs äußerste erschöpft. Das ist das ganze Geheimnis der ärztlichen Kunst, zu erkennen, wie die Natur Abwehr und Heilung fertig bringt. Man muß die Natur bei ihrer Arbeit belauschen und dann versuchen, es ebenso zu machen. Dazu gehört, daß man die Sachlage übersieht. Und um sie übersehen zu können, muß man gelernt haben, wie es im Körper in guten und bösen Tagen und auch, wie es nach dem Tode aussieht. Und das Lernen kostet Mühe und Zeit. Geschenkt werden Einem die Kenntnisse nicht. Das Heilen ist keine Kunst, die von Gottes Gnaden angeboren wird, das Heilen ist eine Wissenschaft. Der Arzt, der sich auf diesen Standpunkt stellt, findet überall Hebel, wo er ansetzen kann, dem versagenden Organismus zu helfen. Da entzündet sich ein Finger. Der Körper hilft sich mit Schmerzen, Ruhigstellen, Eiterung. Was ist ihm der Finger? Er ist nicht wichtig genug für die Erhaltung des Lebens. Mag er fallen, mag er steif werden! Der Arzt rettet die Funktionen des Fingers durch rechtzeitiges Eingreifen; wie wir oben auch sahen, daß die Funktionen des Arms durch die Naht der Wunde gerettet wurden. Oder es geraten mit dem Blut Bakterien ins Gehirn. Reaktion des Körpers: Entzündung, Eiterung, Fieber. Alles gut gemeint, aber — es führt zum Tode. Der Arzt entleert den Eiter aus dem Gehirn und rettet den Menschen. Mit dem Eiter, der sich in der Brust- und Bauchhöhle ansammelt, macht er es ebenso, und mit demselben lebensrettendem Erfolge.

Ja, wendet man mir ein: von der Chirurgie wollen wir nichts sagen, staunend betrachtet man deren hervorragenden Erfolge. Aber mit der inneren Medizin hapert's. Der Vorwurf, den man der inneren Behandlung der Krankheiten macht, gelangt aber an die falsche Adresse. Der Arzt, der ohne Anwendung chirurgischer Mittel eine

Digitized by Google

Krankheit behandelt, behandeln muß, weil er nicht anders kann, benutzt die Funktionen des Körpers, der Krankheit Herr zu werden: er unterstützt und fördert sie, und schränkt sie ein, je nachdem. Oder er sucht die Ursache zu bekämpfen, in derselben Absicht, dem Körper zu helfen, und wenn der Körper trotz rationellen Beistandes die Heilung nicht zustande bringen kann, ist auch der Arzt nicht schuld. Der Chirurg verzichtet von vornherein auf die Mitwirkung des Körpers, er rechnet mit der wohlbegründeten Überzeugung, daß der Körper sich nicht selbst helfen kann und schneidet das Kranke fort oder näht, oder zeigt dem Eiter den Weg. Der innere Arzt und der Chirurg sind nicht Konkurrenten, sie ziehen an einem Strang: wenn der Arzt überzeugt ist, daß durch Hilfe des Messers die Heilung gewährleistet wird, so wird dieser Weg eben eingeschlagen und damit der Machtbereich des Chirurgen von Jahr zu Jahr zu der Menschheit Segen vergrößert. Der Chirurg beseitigt die Ursache der Störung und verhilft so dem Organismus zur Heilung, der innere Mediziner kuriert, er sorgt und wacht, wie er den Funktionen zum Siege verhilft. „Heilen" können sie beide nicht, das tut der Körper allein, nicht vermöge einer besonderen Heilkraft, sondern vermöge der allem Lebendigen innewohnenden Tendenz, die lebenswichtigen Funktionen zu erhalten. Es gibt keine geheimnisvolle Heilkraft!

Halt! Freilich gibt es eine Heilkraft. Wundertätig strömt sie aus den gespreizten Fingerspitzen einiger gottbegnadeter Menschen, denen das gütige Geschick neben ihre Windeln die Heilkraft in die Wiege legte. Sie strecken ihre Hände aus und in segensreicher Fülle ergießt sich die Heilkraft über die kranke Menschheit. Man kann diese „magnetische" Heilkraft auch auf Flaschen ziehen, für 10 Mark die Flasche, auch dann hat sie noch denselben Effekt! Diese Wohltäter der Menschheit werfen ihren Köder aus in den

Digitized by Google

Annoncenspalten der großen Tagesblätter und lauern mit Augurnlächeln auf das Anbeißen derer, von denen es noch immer genügend gibt. Und wirklich, sie beißen zu tausenden an! Vorab die große Schar der armen Unglücklichen, die im Strom des Lebens ertrinken und in ihrer Verzweiflung nach dem rettenden Strohhalm greifen, um von dieser Heilkraft etwas abzubekommen. Sie geben ihr letztes Hab hin für die Hoffnung, gesund zu werden, die armen Toren, und brutal lachend heimsen die großen Propheten das Sündengeld ein. Aber auch die, die von des Lebens reichen Tischen satt und überladen sind, drängen sich an die wundertätigen Fingerspitzen, drängen sich, wie sie sich gestern gedrängt haben um die Reibesitzbäder und einen Platz beim Gesundbeter. „Voll von feierlichen Possenreißern ist der Markt — und das Volk rühmt sich seiner großen Männer: das sind ihm die Herren der Stunde.“

Und wenn dann ein „Heilerfolg“ eintritt, wahrlich nicht durch die Wirkung der „Heilkraft“, dann schallt es laut aus ehernen Posaunen, und staunend bekreuzt sich das Volk: Seht, welch' ein Mann! Als wenn ein beschäftigter Arzt, der seine Befriedigung findet in dem Bewußtsein, den richtigen Weg eingeschlagen zu haben, nicht zehnmal am Tage in die Posaune stoßen könnte! Daß *jene* Erfolge haben, wer wagt es zu bestreiten? Aber man denke einmal nach, *wer* hatte hier geheilt?? — — Ich tröste mich mit Nietzsche: „Wenig begreift das Volk das Große, das ist: das Schaffende. Aber Sinn hat es für alle Aufführer und Schauspieler großer Sachen.“

Für den Kranken ist der Arzt nur Arzt, der Mann, bei dem er Hilfe, Rat und Rettung für sein Leiden sucht. Darin sieht die medizinische Wissenschaft ihre Aufgabe aber noch nicht erschöpft, ja, sie betrachtet diesen Teil der ärztlichen Tätigkeit, die Behandlung der Krankheiten und der Kranken, nicht einmal für den vornehmsten und wichtigsten.

Digitized by Google

Die vornehmste Aufgabe des Arztes ist Krankheiten verhüten, sich selbst überflüssig machen. Das ist das Ergebnis seiner Forschungen, daß er dem Menschen sagen kann: So mußt du leben, um gesund zu bleiben an Geist und Seele. Und mahnend und lehrend lassen die besten Männer der Wissenschaft ihre Stimme erschallen, auf daß sie gehört werde.*) So lehren kann nur der, der gearbeitet und geforscht hat, die Ursachen der Krankheiten und Gebrechen kennen zu lernen, der weiß, wie die Konflikte zwischen den Schädlichkeiten der Außenwelt und dem Organismus ausgetragen werden.

Diese Hygiene des einzelnen Menschen hat die Heilwissenschaft weiter ausgebaut zur sozialen Hygiene. Deren Aufgabe ist es, die Schädigungen, mit denen die Naturgewalten und Kulturanforderungen die Menschheit heimsuchen, möglichst von der Gesamtheit abzuwenden. Auch dies kostet viel Fleiß, Mühe und — Geld, aber reichlich unterstützt der Staat die mühevolle und dankbare Arbeit.

Vor 150 Jahren noch starben in den best geleiteten Hospitälern (Hotel Dieu, Paris, von dem von Messance über 40 Jahre genaue Statistiken vorliegen) mehr als 22% der Kranken, heute alles in allem etwa 6%! Dabei bringt man viele Kranke dorthin, die dort ihre Tage beschließen sollen!

In Genf, wo ein über 400 Jahre genau geführtes Totenregister vorliegt, starben im 16. Jahrhundert von 100 Lebendgeborenen im ersten Jahre 26, im 17. Jahrhundert 24, im 18. noch 20, im 19. nur 12.

Grausame Wunden schlugen in früheren Jahrhunderten die Seuchen unter den Völkern. Sie räumten gräßlich

*) Wir besitzen eine vorzügliche „Bibliothek der Gesundheitspflege" in billigen Einzelbändchen, die, von ersten Autoren herausgegeben, in allen Fragen der Gesundheitslehre treffliche Auskunft gibt. (Stuttgart, Ernst Heinrich Moritz.)

Digitized by Google

unter der Menschheit auf. Im 14. Jahrhundert raffte die Pest allein in dem damals noch schwach bevölkerten Europa 25 Millionen Menschen hinweg. Sie kehrte in kurzen Zwischenräumen wieder und forderte jedesmal ihren grausamen Tribut an Menschenopfern. Zum letztenmal wütete sie 1815 in Europa.

Ähnliche Opfer forderten die Cholera, die Blattern, der Typhus und Flecktyphus. Wir kommen weiter! Der Typhus forderte 1880 in Preußen noch 15 000 Opfer, trotz bedeutender Bevölkerungszunahme 1891 nur 5997 und 1894 4714 Menschenleben!

Das kommt daher, daß wir die Wege, wie der Typhus sich verbreitet, immer besser kennen lernen und danach erfolgreichere und wirksamere Maßregeln ergreifen können. Ebenso ist es mit den Blattern. Vor 20 Jahren sah man Menschen, denen diese scheußliche Krankheit ihr entstellendes Merkmal, die Pockennarben, im Gesicht zurückgelassen hatte, noch auf allen Straßen. Heute ist es eine große Seltenheit, einem so entstellten Menschen zu begegnen. Die Bekämpfung der Blattern verdanken wir der genialen Klugheit des englischen Arztes Edward Jenner. Man streitet heute noch über den Wert oder Unwert dieser kleinen Operation, als ob sie nicht Millionen von Menschenleben erhalten hätte. Ich will mich hier nicht in den Streit einlassen, ich führe nur eine Stelle aus einem Bericht des französischen Kriegsministers an den Präsidenten der Republik vom 17. Juni 1889 über die Hygiene der Armee an. Daraus mag jeder sich sein Urteil bilden. Die Stelle lautet: „Ich konnte nicht vergessen, daß im Jahre 1870—71, während die deutsche Armee mit einer Million geimpfter Mannschaften nur 459 *) Soldaten durch

*) Die Zahl bezieht sich auf die Verluste der mobilen und immobilen Armee zusammengenommen, entspricht also anderthalb Mill.

Digitized by Google

die Pocken verlor, die weniger zahlreiche französische einen Verlust von 23 400 Mann hatte, welchen die vorsorgliche Ausübung der obligatorischen Wiederimpfung Frankreich hätte ersparen können. Und stellt sich die Zahl der Kranken, welche diesen Verlust von 23 400 Todesfällen ergeben hat, nicht als eine vollständige Armee dar, welche man unter den drückendsten und schwierigsten Verhältnissen in die Lazarette schicken mußte?"

Vieles hat die Wissenschaft erreicht, aber ein gewaltiger Feind liegt noch unbezwungen auf der Lauer und fordert täglich seine Opfer, die Tuberkulose. Aber, wir kommen auch hier weiter. Wir kommen weiter, seitdem der geniale Robert Koch, den wir mit Stolz den unseren nennen, im Jahre 1884 den Tuberkelbazillus als den Erreger dieser mörderisch verheerenden Seuche erkannt hat. Jetzt haben wir einen Hebel, an dem wir ansetzen können. Mit welchem erbitterten Ernst jetzt alle Staaten den Kampf gegen den unheimlichen Feind aufgenommen haben, das ist bekannt genug. Wir kommen vorwärts, seit 1886 hat die Zahl der Todesfälle in Deutschland schon um ein Drittel abgenommen, und wir werden mehr erreichen! Dazu gehört rastlose, emsige, unverdrossene stille Arbeit. Die Wissenschaft wird sie leisten.*)

„Nicht um die Erfinder von neuem Lärm, um die Erfinder von neuen Werten dreht sich die Welt; unhörbar dreht sie sich."

---

*) Näheres über öffentliche Hygiene siehe v. Boltenstern, Öffentliche Gesundheitspflege und Medizinalwesen (Stuttgart, Ernst Heinrich Moritz).

Digitized by Google

V.

Die Bakterien kommen!

Unbestritten ist die Herrschaft des Menschen auf der Erde. Was sich ihm und seiner Kultur hindernd in den Weg stellt, das ist dem Untergange verfallen, wenn es der Wille des Menschen befiehlt. Ganze Tiergattungen sind so ausgerottet, andere sind am Absterben. Feinde, die ihn offen und mit Erfolg angreifen könnten, hat der Mensch nicht mehr.

Aber jetzt — in der allerneuesten Zeit taucht ein Feind auf, der bis dahin unbekannt war, ein Gegner, der mit unsichtbaren Waffen kämpft, unheimlich, gewaltig, riesengroß, gegen dessen Wüten der Kampf der Tiere gegen die Menschheit wie ein verächtliches Kinderspiel erscheint. Dieser Feind sind die Bakterien. Die kleinsten überhaupt existierenden Wesen. Nicht der einzelne Bazillus, der diesen Hauch von Krankheit und Tod um sich verbreitet, es ist ihre gewaltige Masse, die mit wuchtigem Ungestüm den Menschen befällt und erwürgt.

Jahrtausende sind die Bakterien an der Arbeit. So lange es eine Geschichte des Menschengeschlechts gibt, haben sie in mörderischem Kampf gegen die Menschheit gewütet. Und jahrtausendelang standen die Menschen diesem unheimlichen Feinde gegenüber in dem Gefühl ohnmächtiger Verzweiflung. Wenn im 14. Jahrhundert die Pest allein auf dem europäischen Kontinent in e i n e r Epidemie 25 Mill. Menschen dahinraffte, wenn der schwarze Tod, die Blattern, Cholera und Typhus ganze Stämme vernichteten und so das Geschick von Völkern und Staaten bestimmten, da schrie das Volk auf in wahnsinniger Angst und Verzweiflung und wälzte die Schuld auf die, die dieses Teufelswerk hervorgerufen. Den ganzen grausamen Haß entlud es in blu-

Digitized by Google

tiger Verfolgung von Hexen und Juden, oder wer sonst mit dem Teufel einen Bund schloß, und in Prozessionen und Bittgängen erflehte man die Gnade des Himmels.

Heute belächeln wir diese Verirrungen des Menschengeistes. Denn wir kennen die Urheber der Seuchen. Es gibt keine Epidemie ohne Bakterien (ausgenommen die geistigen Epidemien). Unsere Forscher sind ihnen mit dem durch das Mikroskop geschärften Auge gefolgt und haben mit großem Scharfsinn die Wege aufgedeckt, auf denen sie sich zum Menschen heranschleichen und Tod und Verderben bringen.

Wenn man bedenkt, daß unser Erdboden, unsere Wohnungen, unsere Kleider und Hände tausende von diesen winzigen lebenden Wesen beherbergen, dann ist es erklärlich, daß sich bei manchen Leuten, die diese Kunde in sich aufgenommen haben, eine pessimistische Stimmung festgesetzt hat, die sich in den törichten Äußerungen einer Bazillenfurcht offenbart. Man fühlt sich so unbehaglich in seiner gebrechlichen irdischen Hülle, die bei dem leisesten Ansturm der Bazillen in Staub zerfällt, hört den Namen Bakterien mit Gruseln, spricht ihn nur aus mit einem Gefühl gemischt aus Respekt und Abscheu. Ganz mit Unrecht, wie wir sehen werden. Gewiß sind die Bakterien unheimliche Gäste, die manches Unheil angestiftet haben und anstiften können. Aber je länger wir sie kennen, desto mehr verlieren sie an Schrecken. Sie sind auch wirklich nicht so gefährlich, wie man sich auf Grund falscher Anschauungen einbildet.

Wir wollen sehen!

Zunächst wollen wir eine törichte weitverbreitete Vorstellung gleich fallen lassen, als wären die Bakterien nur da, ihre ganze giftige Bosheit an dem armen Menschengeschlecht oder an den Tieren auszulassen. O nein. An sich ist den Bakterien das ganze Menschengeschlecht gleichgültig, sie wollen nur — leben. Leben, wie alle Kreatur.

Digitized by Google

Und wenn ihnen die Natur die Mittel versagte, auf andere Weise ihr Leben, sich und ihre Art zu behaupten als durch Heimsuchung des Menschen, so ist es nicht Bosheit, sondern höchstens Notwehr, der Selbsterhaltungstrieb, der sie zwingt, ungewollt dem Menschen gefährlich zu werden.

Es mögen heute etwa 1000 verschiedene Arten von Bakterien beschrieben sein, kugelförmige (Coccen), stäbchenförmige (Bazillen) und solche, in Form von Kommas und Schrauben, (Vibrionen und Spirillen). Sie sind sehr sehr klein.*) Durchschnittlich etwa $^1/_{1000}$ Millimeter lang und natürlich nur mit den besten Mikroskopen zu untersuchen. Alle wollen leben. Und jede Art hat sich ihr Leben eingerichtet, so gut es ging, wie es die Menschen eben auch machen. Man muß mit dem Erreichbaren zufrieden sein. Da gibt es sehr bescheidene Arten, die im Felsgestein leben und durch ihre jahrmillionenwährende Verdauungsarbeit Bröckchen um Bröckchen des harten Gesteins zum Verwittern bringen. So graben sie Furchen in das Antlitz der Erde, aus denen später die goldene Frucht der Ähren sprießen soll. Andere sind so bescheiden, daß sie sich mit dem Stickstoff der Luft als Nahrung begnügen. Damit bringen sie ein chemisches Kunststückchen zustande, über dessen Lösung sich unsere Chemiker den Kopf zerbrechen, an dem sie sich aber immer wieder versuchen, weil mit der Entdeckung dieses Geheimnisses, aus dem Luftstickstoff Nahrung zu gewinnen, ein neues Zeitalter menschlicher Kultur beginnen würde. Andere Bakterien leben im Meere. Wieder andere besorgen die Säuerung der Milch, und bedingen den Geschmack der Butter und die Reifung des Käses. Die Gärungen vieler Stoffe verdanken wir ihrer stillen emsigen Arbeit. Einige

*) Wer sich über Bakterien in erschöpfender Weise belehren will, der lese das sehr interessante und anregende Buch: Schottelius, Bakterien, Infektionskrankheiten und deren Bekämpfung (Stuttgart, Ernst Heinrich Moritz.)

Digitized by Google

Arten nähren sich von toten Eiweißstoffen, Tier- und Pflanzenleichen, die sie zum Faulen bringen, d. h. in einfachere Verbindungen zerlegen, mit denen der Boden gedüngt wird, so daß wieder frisches Leben aus der Verwesung entstehen kann.

Also verdanken wir Menschen ihnen viel, ja alles! Denn ohne ihre Mitwirkung gäbe es kein Leben, keine Kultur!

Aber nun kommt ihr Schuldkonto! Außer den erwähnten gibt es einige Arten, die eine ausgesprochene Vorliebe für Blut und Saft lebender Tiere haben, und wiederum einige wenige beschränken ihre Feinschmeckerei nur auf Blut und Saft des lebenden Menschen. Sie haben ja Genossen unter den „höheren" Tieren, den Parasiten, Ungeziefer. Auch dieses nährt sich vom Menschen. Aber so ein Floh z. B. hat es leicht, er sticht sich eine Öffnung und saugt. Diese Waffe fehlt den Bakterien, sie können auch nicht springen und fliegen. So müssen sie geduldig warten, bis sie ein günstiger Augenblick an den Menschen bringt. Das geschieht nun leicht und auf einfache Weise. Denn der Staub bildet mit seinen kleinen Körnchen bequeme Wagen, auf denen sie der Luftzug zum Menschen wirbelt. Und in ihm sind Millionen und Milliarden von Bakterien. Ja überall findet man diese kleinen Teufelchen. Auch an unseren Händen haften ja stets tausende, selbst wenn wir sie in der gebräuchlichen Weise gewaschen haben. So wären sie also am Ziel ihrer Wünsche. Sie sind am Menschen, auf seiner Haut, vielleicht im Munde. Wenn sie nun nur an den Saft heran kommen könnten! Das ist der springende Punkt!

Unsere Haut ist ein Panzer, der nichts und niemanden durchläßt. Auch die Schleimhaut im Munde läßt unverletzt die Bakterien nicht ein. Wenn sie eingeatmet sind, werden sie aus der Lunge mit etwas Schleim durch Husten entfernt. Kleben sie in der Nase am Schleim fest, so

Digitized by Google

werden sie durch Niesen an die frische Luft befördert. Zur Gesundheit!

Wenn sie verschluckt werden, passiert den Bakterien noch etwas Unangenehmeres: sie machen die Bekanntschaft des Magensaftes, der ja eine schwache Salzsäurelösung darstellt, und werden getötet. Wenn sie zufällig auch — in einem dicken Brocken eingeschmuggelt — diese Klippe umschifft haben, tötet sie doch der Darmsaft, oder wenn sie gar eine eiserne Konstitution haben und auch hier ihrem Verderben entgangen sind, dann kommen sie in den Dickdarm. Hier finden sie Gesellschaft: eine Sippe von Milliarden von Bakterien, die im Dickdarm in reichlicher Mahlzeit schwelgt. Aber eine harmlose Gesellschaft, die sich von den Brosamen nährt, die der Darm unverdaut gelassen hat, also von totem Nährmaterial, nicht auf Kosten des Menschenleibs. Ja, Mensch und Tier, in dessen Darm sie vorkommen, hat sich so sehr an ihre Anwesenheit gewöhnt, sich angepaßt, daß wir sie heute gar nicht mehr entbehren könnten. Junge Hühnchen, die eben aus dem Ei gekrochen waren, die also noch keine Bakterien im Darm haben konnten, hat man mit bakterienfreier Nahrung gefüttert. Sie fraßen und fraßen, unaufhörlich, gierig und nahmen trotzdem dauernd ab, bis man ihnen Gelegenheit zur Aufnahme von Darmbakterien gab. Und jetzt gediehen sie prächtig. Warum? Weil die Darmbakterien die „unverdaulichen“ Cellulosehüllen der Körner, die Magen und Darm nicht bemeistern konnten, zersetzten, „aufschlossen“, so daß der Darm jetzt ihren Nahrungsgehalt aufsaugen konnte.

Diese Bakterien also verleiden durch ihre ungeheure Anzahl den etwa bis jetzt geretteten, neu ankommenden, nach Blut lechzenden Genossen den Aufenthalt im Darm. Sie werden weiter spediert und aus dem Körper ausgeschieden! Adieu!

Man wird mir vorhalten, das sei alles graue Theorie,

Digitized by Google

eine von der Medizin für ihre Zwecke zurechtgestutzte Hypothese. Das ist keineswegs der Fall. Wir haben mit sichergestellten Tatsachen zu rechnen. Die giftigsten Bakterien sind unschädlich, wenn sie nicht eine Angriffsstelle finden. So hat man z. B. in einem Berliner Krankenhause sämtliche aufgenommenen Kinder auf das Vorhandensein von Diphtheriebazillen untersucht und unter 100 Fällen bei 24 vollgiftige Bazillen gefunden, ohne daß diese die Spur einer Erkrankung an Diphtherie zeigten. Ja, warum erkrankten dann anderseits soviele Kinder, wird man fragen. Das sind eben solche, deren Schleimhaut im Hals und Rachen nicht intakt war. Die Diphtherie-Erkrankungen häufen sich besonders dann, wenn die Luft rauh und kalt ist, wenn der Rachen und die Nase durch einen Katarrh geschädigt sind. Flugs sind die vorhandenen Bazillen drin. Die gesunden Kinder, die Bazillen im Munde haben, den Ansteckungsstoff der Diphtherie, sind als gesunde „Bazillenträger" geradezu gemeingefährlich, da sie im Vollgefühl ihrer Gesundheit beim Spiel und in der Schule durch den so leicht verschwendeten Speichel die Seuche enorm fördern können.

Genau so mit der Cholera. Sie entsteht durch den Choleravibrio, den man schlucken muß. Ohne diesen Bazillus keine Cholera. Aber wenn es ihm immer gelänge, an Saft und Blut des Menschen zu gelangen, dann wäre bei jeder Choleraepidemie das Resultat nicht diese immerhin beschränkte Anzahl von Todesfällen, sondern Vernichtung, Entvölkerung! Man muß sich wirklich wundern, daß trotz der großen Ansteckungsmöglichkeit z. B. der Hamburger Cholera immerhin nicht noch viel mehr zum Opfer gefallen sind. Das liegt einmal daran, daß gerade dieser Bazillus sehr empfindlich gegen die tötende Wirkung des Magensaftes ist. Wenn wir das nicht sonst schon wüßten, so könnte man das aus den Epidemien lernen, die zeigen,

Digitized by Google

daß gerade die Personen am meisten gefährdet sind, die an Verdauungsstörungen leiden. Zum andern würde der Bazillus, auch wenn er lebend den Magen und Darm passiert hätte, nirgends im Darm einen Angriffspunkt finden und so nach unfreiwilliger Passage den Weg ins Freie wieder finden. Während der Choleraepidemie 1894 hat man bei über 100 *ganz gesunden* Personen, die Gelegenheit gehabt hatten, sich anzustecken, in den Entleerungen den Vibrio gefunden. Und wieviele mögen noch unentdeckt geblieben sein! Daß wir diese Bazillenträger bei dem Auftreten einer Epidemie fürchten müssen, ist klar. Neuere Untersuchungen zeigen deutlich, daß diese Verbreitungsweise beim Typhus die vorherrschende ist. Man denke an Handwerksburschen als Bazillenträger!

Wir haben bis jetzt gesehen, wie schwierig es den Bakterien gemacht wird, in dem menschlichen Körper an ihre Nahrung zu gelangen. Ja, wir können getrost behaupten, daß der gesunde, widerstandsfähige Mensch gegen den Angriff der Bakterien vollständig gefeit ist. Aber die Geschichte der Seuchen und die tägliche Erfahrung lehrt doch, daß es ihnen in tausenden von Fällen gelingt, in den Körper zu kommen. Nun, dann müssen wir eben voraussetzen, daß hier im Körper irgend etwas nicht in Ordnung war; in den allermeisten Fällen wird irgend eine schwache Stelle der Haut oder Schleimhaut den Bakterien die Gelegenheit geboten haben, in das Innere zu schlüpfen. Da hätten sie ihr Ziel erreicht. Was nun?

Wir wollen uns das an einem Beispiel klar machen.

Man denke sich, es sticht sich jemand mit einem Nagel in den Arm. Wenn dieser rein war, kann die Wunde glatt verheilen, ohne Schmerzen, ohne weiter etwas davon zu spüren. Aber so ein Nagel ist nicht rein, nicht frei von Bakterien, nicht „steril“. An ihm haften in der Regel eine Menge dieser Kobolde. Die gelangen also durch die

Digitized by Google

Haut in den Arm. Was nun? Wenn diese Bakterien solche waren, die sonst von Pflanzenteilen sich zu nähren pflegten, dann tritt auch weiter nichts ein. Es geht ihnen schlecht. Die Körperzellen töten sie und verdauen sie. Wieso, verdauen? Wir haben als eine Elementarfunktion jeder Zelle kennen gelernt, daß sie verdauen kann, d. h. Eiweißkörper in sich aufnehmen und chemisch zersetzen kann mit Hilfe eines „Ferments". Hier macht die Zelle von ihrer Fähigkeit Gebrauch. Die Bakterien werden gefressen und gehen klanglos zugrunde.

Ganz anders ist es aber, wenn Bakterien der Zutritt verschafft wird, die schon einmal Blut geleckt haben, die aus Erfahrung — d. h. aus der Erfahrung ihrer Art — wissen, wie bekömmlich ihnen Menschenblut ist.

Mit ihnen werden die Körperzellen nicht so ohne weiteres fertig. Denn, haben die Zellen ihre Waffe, das Ferment, mit dem sie gegen den Feind zu Felde ziehen, so haben diese eine andere Waffe, die dieses Ferment vernichtet und unschädlich macht. Je mehr sie von diesem Gegenferment besitzen, desto angriffsstärker, „virulenter" sind sie.

Der Kampf wird dramatisch.

Die zunächst gelegenen Körperzellen werden mit dem Feind nicht fertig, wenn auch eine ganze Reihe aus seiner Schar zugrunde gegangen ist. Durch Eiweißstoffe angelockt, die bei der Verletzung und dem Bakterienzerfall frei geworden sind, kommen jetzt die weißen Blutkörperchen, unsere alten Bekannten, die Heinzelmännchen des Organismus herbei. Erst einige, dann in Massen. Der Körper hilft sie selbst transportieren. Die haarfeinen Äderchen und Gefäße erweitern sich, die verletzte Stelle wird stärker von Blut durchströmt, sie fühlt sich wärmer an. Aus diesen erweiterten Haargefäßen wandern die Leucocyten in Massen hinaus an den Ort der Verletzung. Wohl verstanden, sie

Digitized by Google

wandern, wie die Amöben, ein Beinchen nach dem anderen, werden nicht etwa durchgepreßt oder geschoben. Gleichzeitig tritt aus den erweiterten Gefäßen Blutwasser, Serum in das verletzte Gewebe. Daher Schmerz und Schwellung an der geröteten, sich warm anfühlenden Stelle. Das Ganze nennt man „Entzündung".

In Scharen wandern die Leucocyten direkt gegen den Feind. Zuerst kreisen sie die Bakterien ein und bilden aus eigenen Leibern eine Schutzkette, die durch neu zuströmende Zellen immer dichter, zu einem festen Wall von Leucocyten wird. So ist der Kriegsschauplatz von dem übrigen Körper getrennt. Von den Feinden kann niemand durch, in das Innere. Und nun werfen sie sich dem Feind entgegen. Sie suchen ihn zu umschlingen, wie die Amöbe ihr Opfer umfängt. Zuweilen gelingt es auch. Öfter noch geht das Blutkörperchen darüber zugrunde. In ihrer Todesangst vermehren sich die Bakterien ins Ungemessene. Der Feinde werden immer mehr. Immer größer die Armeen. Standhaft widersteht der Feind. Wohl wird er geschwächt, aber der Sieg ist zweifelhaft, weil der Feind an Zahl so rasend sich vermehrt. Und jetzt — der törichte Mensch rieb an seiner entzündeten Stelle — jetzt ist es einigen Bakterien gelungen, den Leucocytenwall zu überschreiten. Sie sind durchgequetscht. Freilich geraten diese Bakterien vom Regen in die Traufe. Denn sie werden in eine sogenannte Lymphdrüse transportiert, richtiger Lymphknoten. Da sind sie in der Falle. Denn diese Lymphdrüse ist eine Fabrik von weißen Blutkörperchen. Hier wiederholt sich nun dasselbe Spiel. Massenhaft werden weiße Blutkörperchen gebildet. Die Drüse schwillt an, entzündet sich. Jedermann kennt ja die kleine schmerzhafte Geschwulst in der Achselhöhle nach Verletzungen von Arm und Hand. Das ist eine Lymphdrüse, die mit den Bakterien fertig werden will. Und hier wird das arme Bakterium, das ohnehin von dem Kampf in

Digitized by Google

der Wunde noch angegriffen war, vollends niedergemacht. Sollte das unverständige Menschenkind etwa versuchen, diese Drüse durch Massieren zum Schwinden zu bringen — es passiert ja leider Gottes so etwas alle Tage — dann gelingt es den Bakterien vielleicht, auch diese Station noch zu überwinden, dann geht es in den Körper und mit dem Blutstrom hierhin und dorthin getrieben, entfachen die Bakterien an den verschiedensten Stellen des Körpers ein Feuer; ein Weltbrand im Kleinen, eine „Blutvergiftung".

Aber kehren wir zu dem ursprünglichen Kriegsschauplatz zurück. Armeen haben sich im Vernichtungskampf schon aufgerieben und immer noch stehen sich Armeen gegenüber. Von jeder Seite immer neuer Zuzug.

Jetzt macht der Körper auf der ganzen Linie mobil. Alle Mann in den Kampf. Und in rasender Eile werden Tausende und Tausende von Wanderzellen auf den Kampfplatz geschickt. Immer neue Reserven. Die Magazine, Knochenmark und Milz, können nicht rasch genug die Reservetruppen entlassen. Der Körper *fiebert*. Sein ganzes Arsenal hat er geplündert, um dem Feind den letzten Mann und die letzten Waffen gegenüberzustellen. Hie Leucocyten, hie Bakterien. Auf wessen Seite der Vorteil ist, läßt sich noch nicht sagen, *eines* ist indessen sicher, die Bakterien haben wohl an Zahl, aber nicht an Boden gewonnen.

Aber langsam sehen wir eine Situation sich entwickeln, die dem Organismus den Sieg verleiht. Die Wanderzellen fangen an, das Gewebe zu verdauen, Fleisch und Blut des eigenen Körpers. Das Verdauen ist ja eine ihrer Haupttätigkeiten. Bei dieser Verdauung wird — wie bei jeder — die Nahrung, das Körpergewebe, verflüssigt. Es entsteht ein Loch, eine mit flüssigem Inhalt gefüllte Höhle. Diesen flüssigen Inhalt, verdautes und verflüssigtes Gewebe mit vielen weißen Blutkörperchen und den Bakterien, nennt man *Eiter*. Die Eiterhöhle, der *Abszeß*, vergrößert sich

Digitized by Google

immer mehr, dabei beult sie sich nach außen, der Seite des geringsten Widerstandes vor. Auch die Haut wird verflüssigt. Sie wird dünner und dünner. Endlich platzt sie. Und aus der Öffnung entleert sich der Eiter, und mit ihm — die Bakterien.

Viktoria! Der Feind ist draußen, unschädlich! Zwar war der Kampf hart, der Sieg mit großen Opfern erkauft, aber das Ziel ist erreicht, der Körper gerettet. Die entstandene Höhle wird mit gesunden Fleischwärzchen ausgefüllt, die absolut „bakteriendicht" sind und nicht einmal die giftigen Milzbrandbazillen einlassen. Von den Seiten wächst neue Haut darüber hin, und nur eine kleine Narbe zeugt noch von dem gewaltigen Kampf, der hier so erbittert ausgefochten wurde.

Wo immer Bakterien in den Körper geraten, wiederholt sich dasselbe Bild, auch bei all den Krankheiten, von denen wir wissen, daß diese kleinen Teufel dabei im Spiele sind. Cholera, Typhus, Milzbrand, Scharlach, Diphtherie, Lungenentzündung, Pest und wie diese Plagen der Menschheit heißen mögen, sie alle beginnen ihr Zerstörungswerk immer erst an einem kleinen Punkt des Menschenleibes, an einer verletzten oder auch widerstandslosen Stelle. Von hier aus setzen die Bakterien ihren Siegeslauf fort und der Kampfpreis ist das Menschenleben. Mensch und Bakterium! Man wäre versucht, über diesen Gegensatz zu spotten, wenn nicht die Erfahrung uns lehrte, welche Tragik in dieser Gegenüberstellung liegt. Der Kampf zwischen Zwergen und Riesen, den niedrigsten lebenden Wesen und der Krone der Schöpfung, dem klugen Menschenkinde!

Das einzige Mittel, das der Organismus hat, seine Widersacher los zu werden, ist die Entzündung. Man staune nicht darüber. Durch eine viele Jahrhunderte überdauernde irrtümliche Vorstellung hatte man sich gewöhnt, die Entzündung als etwas ganz und gar Böses, Gefährliches

Digitized by Google

zu betrachten. Man verwechselte Ursache und Wirkung. Heute wissen wir es besser, seitdem eine Reihe bedeutender Forscher uns über das Wesen der Entzündung Aufklärung gegeben hat. Heute betrachten wir die Entzündung als eine Abwehrvorrichtung des Organismus gegen eingedrungene Schädlichkeiten. Das wesentlichste ist die Auswanderung der Leucocyten, daneben kommen als Hilfswirkung noch in Betracht die Blutüberfüllung, die das Gewebe alkalischer macht und den Bakterien das Leben erschwert, die Durchtränkung mit Serum, das die giftigen Bakterienprodukte verdünnt und so die Gewebe schützt, und auch der Schmerz, der insofern vorteilhaft ist, als er das erkrankte Glied zu schonen und Druck oder Stoß ängstlich zu meiden befiehlt. Trotzdem meinen die Menschen es oft besser zu wissen, und drücken an solchen Stellen. Was sie dann oft bitter büßen müssen. — Seit man weiß, wie die einzelnen Faktoren der Entzündung wirken zum Vorteil des Körpers, hat man sie einzeln angewandt. So hat man auf Biers Vorschlag künstlich eine Blutüberfüllung entzündeter Teile hervorgerufen. Die vorzüglichen Heilerfolge beweisen schlagend, wie richtig diese moderne Auffassung ist.

Wie sinnreich solche Entzündung einen Körper schützt, wollen wir noch an einem Beispiel sehen, an der Blinddarmentzündung. Diese Erkrankung hat in den letzten Jahren bedeutend an Zahl zugenommen. Der Blinddarm, richtiger Wurmfortsatz des Blinddarms, erkrankt deswegen so leicht, weil er als rudimentäres Gebilde an Widerstandsfähigkeit eingebüßt hat. Die Zunahme der Erkrankungen erklärt man sich neuerdings mit dem Heimischwerden der Influenza bei uns, denn sie ist seit deren erstmaligem Auftreten im Jahre 1889 zu konstatieren. Was daran richtig ist, wird die Zukunft lehren. Jedenfalls sind die viel angeschuldigten Kirschenkerne, Emailsplitter und dergl. wohl unschuldig.

Digitized by Google

Nun entzündet sich der Blinddarm. Er selbst ist sehr reich an Drüsengewebe, das massenhaft Leucocyten ins Treffen schickt. Der ganze Darm ist entzündet. Auf seiner Außenseite gerinnt das ausgeschiedene Blutserum, es bilden sich Schichten von Faserstoff zwischen ihm und den benachbarten Därmen. Diese verkleben unter- und aneinander in unglaublich kurzer Zeit. In die Lücken zwischen den Därmen drängt sich das „Netz", eine eigentümliche dünne Schürze, die vom Magen herab in der Bauchhöhle hängt. Die ganze Bedeutung des Netzes besteht eben nur darin, überall wo Entzündungen im Leib sind, zur Bekämpfung mitzuwirken. Es ist besonders geeignet dazu, weil es dünn, zart und schmiegsam und außerordentlich reich an Blutgefäßen ist. Hier hilft also das Netz die Därme miteinander zu verkleben. So wird das Schlachtfeld gegen die übrige Bauchhöhle abgeschlossen und isoliert. Von dieser zusammengeklebten Barriere hängt das Leben des Menschen ab. Wird sie zerstört, so ergießt sich der Eiter über das ganze Bauchfell und der Tod ist meist die Folge. Damit sie nicht zerstört wird, wird der nimmer rastende Darm gelähmt. Er stellt seine Bewegungen ein. Er würde ja sonst die feinen Verklebungen zwischen den Därmen zerreißen. Der heftige Schmerz zwingt den Patienten zu äußerster Bettruhe. Die Appetitlosigkeit hindert schädliche Nahrungszufuhr. Die Haut des Leibes ist außerordentlich empfindlich und verträgt nicht den leisesten Druck. Der ganze Leib ist straff gespannt und schützt das erkrankte Gebiet wie ein Küraß.

So entwickelt sich das Drama auf einen kleinen abgegrenzten Raum in aller Ruhe. Es bildet sich ein Abszeß, ein Eiterherd, der natürlich nach außen entleert werden muß. Aber wie? Das fängt der Körper sehr merkwürdig an. Sehr selten vergrößert sich der Abszeß so, daß er durch die Bauchdecken nach außen sich öffnet, öfter, indem er ein anliegendes Darmstück anfrißt und sich in den Darm ergießt.

Digitized by Google

Dann geht der Eiter auf dem Wege der Verdauung nach außen. Oder es bilden sich durch die entzündlichen Vorgänge solche dicken „Schwarten" um den Abszeß, daß er abgekapselt wird. So kann er liegen bleiben. Lange Zeit. Bis durch irgendeine Störung die Bakterien sich wieder mausig machen und eine neue Attacke das Leben des Patienten gefährdet. Das kann sich mehrmals wiederholen. Bis endlich das Messer des Chirurgen dem Eiter den Weg zeigt, den er zu gehen hat und dadurch ein kostbares Menschenleben aus der ständigen Todesgefahr errettet.

Die modernen Anschauungen über das Wesen der Entzündung könnten zu der Ansicht verleiten, als ob der Körper mit Vorbedacht und Überlegung handelte, den Feind loszuwerden. Das ist indes keineswegs der Fall. Freilich handelt es sich bei der Entzündung um einen äußerst komplizierten Mechanismus. Aber dieser Mechanismus wird ohne jede Prüfung des Einzelfalls angewendet. Nach Schema F. Unbekümmert um die Folgen, die für den Mechanismus etwa nebenher entstehen könnten. Man denke sich einen Förster, der angestellt ist, Wölfe abzuschießen, und der seine Aufgabe löste, wo immer er einen Wolf sähe, der beim Schießen weder die Wohnungen der Menschen noch die Menschen selbst berücksichtigte, die etwa hinter dem Wolfe in der Schußlinie sich aufhielten. Er knallt blind darauf los und tötet wohl den Wolf, aber das Unglück, das er durch seine gedankenlose Schießerei heraufbeschwört, steht nicht im Verhältnis zum Nutzen.

So ungefähr macht's der Organismus auch. Er kann nicht erwägen und überlegen. Und oft genug muß der Körper unter der kritiklosen Anwendung des Allheilmittels „Entzündung" leiden.

Da sind z. B., weiß der Himmel auf welche Weise, Bakterien mit dem Blutstrom ins Gehirn geschleppt. Sofort kommt die Reaktion: Entzündung und Eiterung. Aber was

Digitized by Google

nützt hier in der Schädelkapsel eine Eiterung? Sie führt unweigerlich zum Verderben, zur Vernichtung des Menschen. Denn entleeren kann der Eiter sich nicht nach außen und das eingeschmolzene, verdaute Gewebe des Gehirns ist zu kostbar und für die Erhaltung des Körpers zu wertvoll, als daß sein Untergang sich ertragen ließe. So fände der Körper ein jämmerliches Ende, wenn nicht ärztliche Kunst imstande wäre, Sitz und Umfang des Abszesses genau festzustellen und durch Eröffnung des Schädels dem Eiter den Abfluß zu verschaffen. So und *nur so* ist in diesem Falle Rettung möglich.

Beim hastigen Schlucken von Suppe hat sich ein Knöchelchen in dem Rachen verirrt und eine kleine Verletzung am Kehlkopfeingang verursacht. Die Verletzung ist verunreinigt, und es folgt die Entzündung. An dieser Stelle so unangebracht wie möglich. Denn die Entzündung bringt auch eine Schwellung der entzündeten Teile, und der Kehlkopfeingang kann so verschwellen, daß die Luft nicht mehr durchtreten kann. Der Unglückliche erstickt, ein Opfer seiner Schutzvorrichtung. Ja, wenn der Organismus denken und überlegen könnte!

Es sticht sich Jemand in die Kuppe des Fingers. Mit einer unreinen, d. h. mit Bakterien infizierten Nadel. Es bildet sich in der Tiefe, da wo die Bakterien sitzen, eine Entzündung, während oberflächlich die Stichwunde schon wieder verklebt ist. An die Entzündung schließt sich die Eiterung an. Das Gewebe wird verflüssigt. Aber der Zweck wird nicht erreicht, weil die Haut zu straff, zu fest und zu dick ist, gerade an den Fingern. Es treten durch den Druck gewaltige Schmerzen auf. Der unglückliche Besitzer dieses Fingers bäht und bäht mit breiigen Umschlägen ohne Erfolg. Wozu dieses Bähen? Ganz gewiß ist es eine durchaus vernünftige Methode zur Behandlung von Eiterungen. Sie bewirkt eine intensivere Blutüberfüllung,

Digitized by Google

die Grundbedingung des Entzündungserfolges, und macht die Haut weich, so daß der Eiter eher die Haut durchbrechen kann. Aber an der harten Panzerhaut des Fingers versagt dieses Heilmittel. Wenn jetzt wieder nicht der Arzt kommt, um mit mitleidigem Messer die Haut zu öffnen und den Eiter zu befreien, dann wühlt sich der Eiter in der Tiefe weiter und frißt, verdaut, was er findet, Muskeln und Sehnen. Bis schließlich nach langer Zeit die Haut doch endlich sich öffnet und aus der Öffnung Eiter und Fetzen von Sehnenstückchen sich entleeren. Das ist der „Wurm“, der da zum Vorschein kommt. So nennen die Laien die Krankheit. Mit der Infektion ist der Körper dann ja freilich fertig geworden, aber um welchen Preis! Der Finger ist steif und für immer unbrauchbar geworden!

Betrachten wir als letzten Fall die Lungenentzündung. Hier hat sich eine besondere Art von Bakterien, die sogenannten Pneumokokken, in den Lungenbläschen, den feinsten Verzweigungen der Luftröhrenäste, angesiedelt. Im Nu tritt die Reaktion des Körpers ein in Gestalt der Entzündung. Aus den erweiterten Gefäßen treten weiße Blutkörper in Scharen aus und mit ihnen das Blutwasser, Serum. Aber wohin ergießt es sich? In die Lungenbläschen und die Luftröhren. Wenn man bedenkt, wie stürmisch die Entzündung einzutreten pflegt, wird man es begreiflich finden, daß plötzlich ein ganzer Lungenlappen mit Blutserum angefüllt wird. Dieses Serum befindet sich jetzt an der Luft, innerhalb der Luftröhrenäste. Und es gerinnt, wie es überall an der Luft gerinnt. So sind alle Gänge und Bläschen des Lungenlappens plötzlich von einer festen geronnenen Masse ausgegossen. Als wenn man einen Schwamm in flüssiges Wachs getaucht hätte und hätte ihn erstarren lassen. Die Folgen für den Körper sind erschreckend. Ein ganzer Lungenlappen ist für die Atmung ausgeschaltet, gerade jetzt, wo der Körper vermehrt arbeiten soll und erhöhtes Sauer-

Digitized by Google

stoffbedürfnis hat. Wir begreifen, wie die unglücklichen Opfer dieser Krankheit nach Luft gierig schnappen, um ihre Atemnot zu lindern. Dabei haben sie mehr Sauerstoff nötig, weil der Körper im Krieg ist, und lebhafter arbeiten muß. Also muß das Herz rascher und energischer schlagen. Aber — auch das Unglück noch — dem Blut ist 1—2 Liter Flüssigkeit entzogen mit Millionen von roten Blutkörperchen. Auch das soll das Herz durch rascheren Schlag ausgleichen. Ein großer Teil der Atmungsfläche fehlt, dazu Blut zu wenig und die Ansprüche des Körpers enorm gesteigert. Das arme Herz jagt, förmlich keuchend, das rote Blut durch die Adern. Wenn hier ein unglücklicher Ausgang eintritt, so ist stets das Herz daran schuld, weil es über seine Kraft hinaus ging, die gewaltige Mehrarbeit zu bewältigen. Aber — auch diese Klippe sei glücklich umschifft. Das Herz hat alle Stürme überstanden. Wie wird nun aber die Lunge repariert? Sie ist ja fest ausgegossen! Nun, wozu hätten die Leucocyten ihre Fähigkeit zu verdauen? Sie fressen die geronnene Masse, verflüssigen sie, dann wird sie ausgehustet und der Fall ist erledigt. Der Körper gesundet.

Fr. Müller hat sogar an aus der Leiche ausgeschnittenen Stücken von solch fest ausgegossenen Lungenteilen nachgewiesen, daß der geronnene Inhalt auch so noch bei geeigneter Wärme verdaut wird, daß auch hier die Lunge ihre normale, schwammige Konsistenz wieder gewinnt und daß tatsächlich in der verflüssigten Fibrinmasse Verdauungsprodukte, wie Peptone, nachzuweisen sind.

Wir erwähnten bei der Entzündung auch das Fieber, das dann einsetzt, wenn der ganze Körper mit tätig ist, um seine Hilfstruppen auf dem Kriegsschauplatz zu stärken. Solange man das Fieber beobachtet hat, ist man über seine Bedeutung für den Körper im Unklaren gewesen. Die einen sahen darin eine krankhafte Störung der Wärmeregulierung,

Digitized by Google

die man bekämpfen müsse. Andere waren im Gegenteil der Ansicht, daß das Fieber eine Schutzeinrichtung des Körpers sei, die mit dem größten Vorteil im Interesse der Erhaltung des Organismus tätig sei. Auch heute ist diese Streitfrage noch nicht entschieden. Aber es mehren sich doch die Stimmen, die in dem Fieber etwas durchaus Nützliches sehen.

Was ist denn Fieber? Fieber ist eine Summe von Erscheinungen, die bei vielen ansteckenden Krankheiten auftritt unter folgendem Bilde: Erhöhung der Körpertemperatur, Pulsbeschleunigung, Delirien, Benommenheit. Zweifellos ist, daß durch lang anhaltendes, dauernd sehr hohes Fieber der Körper so geschädigt werden kann, daß der Tod eintritt.

Und trotzdem behauptet man, das Fieber sei von Nutzen.

Wie kommt denn Fieber zustande? Die normale Körpertemperatur wird bekanntlich dadurch geregelt, daß die im Körper gebildete Wärme mit der Wärmeausgabe gleichen Schritt hält. Diese Regulierung arbeitet außerordentlich präzise. Beim Fieber wissen wir, ist die Wärmebildung erhöht. Das nimmt nicht Wunder, wenn wir uns erinnern, mit welcher Lebhaftigkeit die Organe tätig sind, um dem entzündeten Körperteile zu Hilfe zu kommen, wie sie eifrig Soldaten, Leucocyten ins Feld schicken. Aber — die Wärmeabgabe versagt. Welche Bedeutung kann das haben? Nur die einer Störung? Dann ist es auffallend, daß jede bakterielle Erkrankung seinen bestimmten Fiebertypus hat, der so gesetzmäßig verläuft, daß der kundige Arzt allein aus dem Fieberverlauf die Krankheit beurteilen kann. Nun weiß man durch Versuche, daß bei erhöhter Temperatur, schon auf 1—2° über der Körperwärme, das Wachstum und die Widerstandsfähigkeit vieler Bakterien abnehmen. Man weiß ferner, daß abgekühlte Tiere, z. B. geschorene Mäuse, einer Infektion eher unterliegen, als die

Digitized by Google

Tiere bei normaler Temperatur. Man weiß umgekehrt, daß Tiere, die künstlich bei hoher Temperatur gehalten wurden, Infektionen besser ertrugen. Es ist also wohl möglich, ja wahrscheinlich, daß das Fieber eine schützende Einrichtung des Körpers darstellt. Den Wert des Fiebers darf man allerdings nicht deswegen anzweifeln, weil die hohen Temperaturen den Körper zuweilen schädigen. Das wäre etwa so, als ob man den Nutzen der Feuerwehr bestreiten wollte, weil sie bei einem Brande oft Wasserschaden anstiftet. Wenn das Fieber eine Schutzvorrichtung ist (und ich glaube, es steht dieser Annahme nichts im Wege), dann wendet sie der Körper eben genau so an, wie z. B. die Entzündung und andere Einrichtungen, kritiklos, stereotyp, ohne Erwägung und Überlegung, nach dem bekannten Schema.

Wir haben gesehen, daß es sich bei jedem Eindringen von Bakterien in den Körper um einen Kampf handelt. Der Sieg heftet sich, wie überall, an die Fahnen des Stärkeren.

Nun sind die Bakterien hinsichtlich ihrer Angriffsfähigkeit dem lebenden Körper gegenüber sehr verschieden von der Natur bedacht. Es gibt ganz harmlose Schmarotzer, die im Organismus wehrlos untergehen. Die Darmbakterien, die wir kennen lernten, denken nicht daran, in den Körper zu wandern, etwa durch kleine Wunden im Darm: sie würden es mit ihrem Leben büßen müssen. Aber sobald der Körper gestorben ist, hei, mit welchem Eifer sie sich an das wehrlose tote Zellenmaterial heranmachen! Andere Bakterien — wie Milzbrand und Rotzbazillen — haben Waffen so kräftig, daß jeder Abwehrversuch des Organismus mit einer Niederlage endigt, der Mensch geht unfehlbar nach einer solchen Infektion zugrunde. Der Ausgang des Kampfes, also einer jeden Infektion, richtet sich immer nach den Kampfmitteln, die den Gegnern zur Verfügung stehen, den Körperzellen und den Bakterien.

Digitized by Google

Wir sind gefeit vor einer etwaigen Ansteckung mit einem harmlos schmarotzenden Bazillus, gegen ihn „immun". Aber merkwürdig, während der Mensch an Milzbrand zugrunde geht, ist der Frosch gegen ihn immun, die Vögel gegen den Tuberkelbazillus, der Mensch wiederum gegen die Rinderpest. Und solcher Beispiele gibt es eine Menge.

Wie eine solche Immunität zu erklären sei, darüber hat man sich viel Kopfzerbrechens gemacht. Jetzt wird wohl allgemein anerkannt, daß es sich dabei um eine im Kampf ums Dasein erworbene (weil für die Existenz notwendige) Überlegenheit der Leucocyten gegen bestimmte Bakterienarten handelt.

Aber diese Immunität ist nie absolut. Es handelt sich um zwei Gegner, jeder mit seinen Kampfmitteln. Schwäche ich die des einen, so schaffe ich dem anderen eine günstige Position. Das läßt sich im Experiment fertig bringen.

Wir züchten uns Typhusbazillen. Wie das gemacht wird, würde auszuführen zu umständlich sein. Ist hier auch nicht nötig. Diese Kultur lassen wir einige Monate stehen. Dadurch wird der Bazillus geschwächt. Impfen wir damit ein Meerschweinchen, das sonst sehr empfindlich gegen Typhusbazillen ist, so schadet es ihm nicht: mit diesen schwächlichen Feinden wird sein Organismus fertig. Jetzt schwächen wir auch die Waffen des Meerschweinchens. Wir nehmen ein zweites Tier, geben ihm nach dem Vorgang Cantacuzènes vor der Infektion mit dem abgeschwächten Typhus etwas Opium: siehe da, es geht zugrunde, weil eben seine Angriffswaffen durch das Opium geschwächt sind. Diesen selben abgeschwächten Typhusstamm kann ich wieder in seinen Angriffswaffen stärken, indem ich ihn im Kampf sich üben lasse: züchte ich dann — aus dem Tierkörper — wieder Typhuskulturen und gebe diese dem Meerschweinchen, so erliegt es der geringsten Menge.

Digitized by Google

Aber auch die Widerstandsfähigkeit des Meerschweinchens kann ich steigern, wenn ich ihm abgestorbenes Typhusmaterial einspritze. Daran übt sich der Organismus, so daß er imstande ist, von lebenden, vollgiftigen Typhusbazillen eine sonst unbedingt tödliche Dosis zu ertragen. Dieses so immun gemachte Tier stirbt wiederum, wenn man vor der Ansteckung Opium gibt.

Wir haben es völlig in der Hand, die beiden Faktoren des Kampfes zu beeinflussen, zu schwächen oder zu stärken. Je nachdem resultiert Untergang oder Immunität.

Wenn ich sagte, daß Vögel immun sind gegen den Tuberkelbazillus, der unter den Menschen eine so grauenvolle Zerstörungsarbeit verrichtet, so hat man die Virulenz von Tuberkelbazillen so steigern können, daß die Vögel ihnen erlagen. Ebenso hat man ganz harmlose Bakterien, die nie daran gedacht hätten, sich mit den Zellen eines Tieres in Kampf einzulassen, die friedlich ihr Dasein durch Ernährung toten Materiales fristeten, durch künstlich erzwungene Anpassung so in ihrer Widerstandsfähigkeit gestärkt, daß die damit geimpften Versuchstiere zugrunde gingen.

Das sind nun freilich Fälle, die so kraß in der Praxis des Lebens nicht vorkommen, die man aber verstehen muß, wenn man zu klaren Begriffen kommen will. Und etwas ähnliches kommt wirklich oft vor. Die Bazillen haben nicht immer dieselbe Angriffsfähigkeit. Sie scheinen sie zuweilen unter ungünstigen Lebensverhältnissen verloren zu haben. Es resultieren leichte Epidemien, z. B. von Scharlach, ohne ernstere Erkrankungen, ohne Todesfälle. Ein anderes Mal setzt die Krankheit mit grausamem Wüten ein und dezimiert die Zahl der jugendlichen Opfer. Ein anderes Beispiel: Die ersten Fälle großer Epidemien, sagen wir von Cholera und Typhus, pflegen oft leicht zu sein, so leicht, daß sie völlig übersehen werden können. Je öfter die Ansteckungen nun von Körper zu Körper vor sich gehen, desto stärker wird die

Digitized by Google

Angriffskraft der Bakterien, die sich üben und „akklimatisieren". So erklärt sich die Tatsache, daß die Epidemien während ihres Verlaufes an Heftigkeit zuzunehmen pflegen.

Der Organismus übt sich umgekehrt an den Bakterien. So sehr, daß er einem späteren Angriff derselben Bakterienart gegenüber gewachsen ist. Er ist dann immun, hat diese Immunität erworben, im Gegensatz zu der natürlichen Immunität. Eine solche Immunität erwirbt sich z. B. der Mensch, durch das Überstehen von Typhus. Während des Kampfes der Bazillen mit den Körperzellen haben diese gelernt, einen Stoff zu produzieren, der den Typhusbazillus tötet. Aber nur diesen. Und dieser Stoff sammelt sich im Blute an. Genau so, wie wir früher gesehen, daß sich bei Einspritzung von fremdem Blut die betreffenden Gegenstoffe bilden und ansammeln. Wenn man — noch nach Jahren — einem Menschen, der einmal Typhus überstanden hat, von seinem Blut etwas entnimmt und zu einer Typhuskultur setzt, so ballen sich die Typhusbazillen unter dem Einfluß des Gegenstoffes zusammen und können auch abgetötet werden. Diese Tatsache hat für uns doppelten Nutzen, erstens setzt sie uns in den Stand, zu erkennen, ob die Krankheit, die jemand hat, Typhus ist, und zweitens sind wir in der Lage, noch nach Jahren bei einem Menschen zu konstatieren, ob er Typhus gehabt hat. Noch mehr! Wir ziehen daraus die praktische Nutzanwendung. Durch Einspritzung solchen gegenstoffhaltigen Serums bringen wir den Körper von vornherein in die Lage, einer event. Typhusansteckung ruhig entgegensehen zu können. Diese Methode, die allerdings noch nicht vollkommen ausgebildet ist, hat doch schon in vielen Fällen mit bestem Erfolge angewandt werden können.

Übrigens genügt auch ein leichter Typhusanfall, um den Körper so dauernd gefeit zu machen. Bei anderen Krankheiten ist es ebenso. Wir haben gesehen, daß der Charakter einer Seuche sehr wechselnd sein, daß es sehr

Digitized by Google

leichte Epidemien geben kann, weiter, daß die Erkrankungen während dieser Epidemie Schutz gewähren gegen spätere Ansteckungen der schwersten Art. Daraus zieht das Publikum Vorteil. Während einer leichten Masernepidemie läßt es die Kinder frei umherlaufen und sich möglichst anstecken. Dann bekommt das Kind diesmal leichte Masern und später nie wieder.

Eine ähnliche Methode wandten die Chinesen schon vor tausend Jahren mit Vorteil gegen eine bösartige Krankheit, die Blattern, an. Da auch hier sehr leichte Epidemien gelegentlich auftraten, ließen sie sich anstecken, ja sie riefen die Ansteckung künstlich hervor, indem sie von dem Pockengift etwas durch kleine Ritzwunden in ihren Körper impften. Diese Methode wurde später von dem genialen Jenner zu Ehren gebracht und ist heute als eine Methode der „Schutzpockenimpfung" bekannt. Heute wird freilich allgemein nicht mehr der Ansteckungsstoff von Mensch zu Mensch übertragen, sondern wir übertragen ihn von den leichten Fällen von Kuhpocken am Kalbe auf den Menschen, um die Ansteckung mit anderen Menschenkrankheiten möglichst zu vermeiden. Das Resultat der Schutzpockenimpfung ist so erstaunlich, daß nur böswillige Absicht sich gegen deren segensvolle Wirkung verschließen kann. Während wir ein Jahr vor Inkrafttreten des Impfgesetzes allein in Preußen noch 60000 Todesfälle an den Blattern hatten, sind seitdem in über 30 Jahren im ganzen Deutschen Reich zusammen nur etwa 1000 Fälle zu verzeichnen gewesen! Und diese betrafen fast nur durch Einwanderer aus auswärtigen Staaten eingeschleppte Fälle. Wie denn überhaupt die Blattern in den Staaten ohne Impfzwang noch einen grausamen Tribut an Menschenopfern fordern. Freilich, wenn man nicht sehen will!

Aber die Geschichte mit den Bakterien wird noch viel

Digitized by Google

komplizierter! Diese heimtückischen Kobolde haben noch eine Waffe (nicht alle, aber doch sehr viele Arten), sie haben die Fähigkeit, furchtbare Gifte zu erzeugen, Gifte, die in winzigsten Spuren, so winzig, daß man sie chemisch nicht mehr nachweisen kann, gewaltige Verheerungen im Körper anrichten. Von deren Existenz kann man sich überzeugen, wenn man eine Bouillonkultur von Diphtheriebazillen durch Ton filtriert. In der klaren Flüssigkeit sind keine Bakterien mehr, wohl aber das von ihnen gebildete Gift. Dasselbe kann man mit Wundstarrkrampfbazillen (Tetanusbazillen) machen. Spritzt man Spuren des Tetanusgiftes einem Tiere ein, so erzeugt man ein Krankheitsbild, das sich durch nichts unterscheidet von denen, das durch Impfung mit den Bazillen selbst entsteht. Der Wundstarrkrampf ist also, so dürfen wir schließen, eine bakterielle Erkrankung, deren Krankheitsbild bedingt ist durch die Wirkung des von den Bazillen produzierten Giftes. Das Gift erzeugen sie am Ort ihrer Ansiedlung, in einer Wunde, von hier aus wird es ins Blut aufgenommen.

Gegen die Bakterien schickt der Körper seine Leucocyten ins Feld. Aber was nützt es einem Staat, den frechen Eindringling, der verwüstend in sein Land eindringt, durch seine Truppen töten zu lassen, wenn der schurkische Gegner die Wasserleitung, Brunnen und alle Lebensmittel vergiftet hat!

In dieser Rolle befindet sich der Zellenstaat des Organismus. Er wird mit Gift überschwemmt. Was beginnen?

Bevor wir die Lösung dieser Frage betrachten, eine Vorfrage: was geschieht denn, wenn überhaupt irgendein Gift so plötzlich in den Körper gerät? Vorausgesetzt, daß nicht etwa eine tödliche Dosis jede weitere Erörterung dieser Frage überflüssig macht, sucht der Organismus das im Blut kreisende Gift sofort zu entfernen durch einen der Ausscheidungswege, die Nieren, den Darm, die Schweißdrüsen, sei es als

Digitized by Google

solches, sei es, daß es vorher im Blut zu einer für den Körper ungefährlichen Substanz umgewandelt worden. Diese Methode — wieder Schema F — wendet der Körper auch hier an, obgleich er sich selbst damit schädigt. Denn er setzt die Ausscheidungsorgane der vollen Giftwirkung aus. Der Erfolg ist dementsprechend. Wir sehen Nierenentzündungen zuweilen schwerster Art, die nicht wieder repariert werden können, wir sehen bei Masern, Scharlach, Typhus und manchen anderen Krankheiten Erkrankungen der Haut, die als Schädigung der absondernden Organe aufzufassen sind. Und dabei ist der Versuch, die Gifte so auszuscheiden, wohl immer nutzlos, denn diese sind — chemisch — komplizierte Eiweißkörper, die auf diese Weise gar nicht sich ausscheiden lassen. Eine an sich für den Körper äußerst vorteilhafte Einrichtung, Gifte zu eliminieren, versagt hier also vollständig, weil sie mechanisch angewandt wird und gerade für diese Art Gifte nicht eingestellt ist.

Aber wir sehen doch, daß toxische Krankheiten, Scharlach, Masern heilen können, „von selbst“, also doch wohl mit Zuhilfenahme von Einrichtungen des Menschenkörpers. Das Gift muß also in irgendeiner Weise unschädlich gemacht worden sein. Wo ist es geblieben?

Nun, wir wissen heute, daß die Körpersäfte sich chemisch verändern, daß sich ein Gegengift bildet, wodurch das Bakteriengift, das Toxin neutralisiert, unschädlich gemacht wird. Und diese Gegengifte kann man zusammen mit anderen Eiweißstoffen aus dem Blute gewinnen. Behring experimentierte mit Pferden. Er spritzte ihnen langsam, ganz allmählich steigende Mengen von Diphtheriegift ein. Sie „gewöhnten“ sich so an das Gift, daß sie später die stärksten Dosen vertrugen, ohne zu erkranken. Entzieht man einem solchen — aktiv immunisierten — Tiere Blut, läßt das Serum sich abscheiden, so enthält dieses das Gegengift, das Antitoxin. Diese Antitoxinlösung, das „Heilserum“ hat

Digitized by Google

wunderbare Eigenschaften: anderen Tieren eingespritzt, verleiht es auch diesen einen Schutz gegen die Giftwirkung (passive Immunisierung). Vermischt man es mit einer Giftlösung, so paralysiert es diese. Man kann diese Mischung einem Tiere einspritzen, es zeigt keinerlei Vergiftungserscheinungen. Ja noch mehr! Bei bereits erkrankten Tieren kann man durch Einspritzung des Antitoxins eine Heilung erzielen, eben durch Neutralisierung des im Körper kreisenden Giftes.

Um über die Art der Antitoxinbildung näheren Aufschluß zu gewinnen, experimentierte Ehrlich mit ähnlichen pflanzlichen Giften, dem Abrin des Jequiritysamens (Abrus precatorius) und dem Ricin des Ricinussamens (Ricinus communis). Auch durch Einwirkung dieser Pflanzengifte gelang es, spezifische, den Antitoxinen ganz analoge Gegengifte im Tierkörper zu bilden. Ehrlich fand ferner die hochbedeutsame Tatsache, daß Toxin und Antitoxin sich chemisch verbinden, Molekül für Molekül, und daß das Blutserum eines Tieres, das gegen eine einfache Giftdosis immun war, zehnmal so schwach war an Antitoxinen, als das eines solchen, welches die zehnfache Menge vertrug. So wurde der zahlenmäßige Begriff, der Begriff der Immunitätseinheit, „I. E.", in die Lehre von der Immunität eingeführt. Das ist heute, wo wir in unzähligen Fällen das Diphtherieheilserum mit dem bekannten glänzenden Erfolg verwerten, von großer Bedeutung, da so sein Gehalt an Antitoxin genau zahlenmäßig festgestellt werden kann.

Wie bildet nun der Körper seine Antitoxine? Wenn wir ihm eine erfinderische Tätigkeit zuschreiben wollten, damit die Fähigkeit zu nüchterner Überlegung und zum selbstständigen Urteilen, würden wir in die abenteuerlichsten Phantasien der früheren Naturphilosophie zurückfallen. Wir müssen uns nach einer natürlichen Erklärung umsehen, und

Digitized by Google

uns fragen, ob es sich nicht um eine normale Leistung des Körpers behandelt, die etwa durch das Tetanus- oder Diphtherie-Gift beeinflußt wird.

Wenn ein Gift wirken soll, so muß es anfassen können, es muß chemische Beziehungen zu irgend welchen Körperzellen haben. Die natürliche Immunität gegen Gifte kann auf zweierlei Ursachen beruhen: entweder haben die Tiere so rasch Antitoxin gebildet, daß die Giftwirkung aufgehoben wurde, oder die Organe des Tieres bieten keine Angriffspunkte für das Gift. Das erste anzunehmen ist widersinnig, denn so rasch kann sich kein Gegengift nach Einführung großer Giftdosen bilden. Aber lassen wir das Experiment entscheiden. Das Huhn ist sehr wenig empfänglich gegen Tetanusgift, die weiße Ratte gegen Diphtherietoxine. Spritzt man diesen Tieren diese Gifte ein, so konnte man die Gifte noch nach Monaten in ihrer ganzen Menge aus deren Blut gewinnen mit denselben giftigen Eigenschaften für andere Tiere. Tatsächlich sind also die Organe dieser Tiere unempfindlich für die betreffenden Gifte.

Im Gegensatz dazu hat man bei den giftempfindlichen Tieren nachweisen können, daß das Gift, in bestimmten Organen festgelegt, chemisch gebunden wird. Vom Tetanusgift weiß man z. B., daß es im Gehirn verankert wird. Also müßte auch das Gehirn geschlachteter Tiere das Tetanusgift binden. Und das stimmt. Denn wenn man das ausgenommene Gehirn irgendeines empfänglichen Tieres mit dem Gift verreibt, und diese Masse einem empfänglichen Tiere einspritzt, zeigt es keinerlei Vergiftungserscheinungen, — ein Beweis, daß das Gift nicht mehr frei, sondern fest gebunden, verankert, unschädlich gemacht ist — während bei der Anreibung mit dem Gehirn eines immunen Tieres die volle Giftwirkung bleibt.

Wenn das Tetanusgift an das Gehirn verankert wird, so wird dieses in seiner Funktion gestört, eventuell zu-

Digitized by Google

grunde gerichtet. Wir sehen beim Tetanus schreckliche vom Gehirn stammende Krämpfe. Aber wie alle Körperzellen haben die Gehirnzellen die Fähigkeit, zu ersetzen, was ihnen genommen ist. Das kann schon die Amöbe. Es sind ja immer nur bestimmte Partien der Zellen zerstört. Und dieser Ersatz tritt bald ein. Die neugebildeten Gruppen werden wieder mit Beschlag belegt, solange, als noch freies Gift da ist, und wieder werden diese „Seitenketten" in größerer Masse gebildet. So wird nicht nur der Mangel ausgeglichen, sondern ein Überschuß an Bindungsmaterial, an Gegengift, Antitoxin, gebildet, durch den der Körper geschützt wird.

Die Antitoxine sind also, das ist die „Ehrlich'sche Seitenkettentheorie", im Überschuß vom Körper hergestellte Zellbestandteile, die zu dem Gifte besondere chemische Beziehungen haben. Diese Theorie hat sich für die Forschung als sehr fruchtbar erwiesen und in eine Reihe bisher dunkler Vorgänge das helle Licht des Verständnisses geworfen.

Damit hätten wir auf natürliche Weise, ohne Zuhilfenahme von Zauberei und Hexenspuk das Problem erklärt, wie sich der Körper gegen die Bakterien und ihre Gifte schützt. Freilich ist diese Erklärung noch sehr lückenhaft. Es würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, wenn ich alles referieren wollte, was aus jahrelangen mühseligen Forschungen, in Legionen von wissenschaftlichen Arbeiten festgelegt, sich als sichergestellte Tatsachen herauskristallisiert. Wunderbar bleibt es doch, wie der Organismus sich schützt. Im Grunde genommen ist es die Widerstandsfähigkeit und die Energie der Zellen, besonders der leichtbeweglichen Leucocyten, der wir die Immunität gegen Bakterien und ihre Gifte oder ihre Überwindung verdanken. Nicht mit Ziel und Absicht sind sie tätig, sie betätigen nur

Digitized by Google

ihre allgemeinen Lebensfunktionen, und diese haben nicht den Zweck, wohl aber den Erfolg der Überwindung der Bakterien, der Erhaltung des Zellenstaates. Ohne diesen Schutz wäre die Menschheit längst gestorben, verdorben. Denn jedes noch so harmlose Bakterium würde ja im Körper wüsten und walten können, wie es ihm beliebt. Jetzt wissen wir gar nicht, wie oft der Körper, ohne Aufsehens davon zu machen, Millionen Keime vernichtet, mit denen wir täglich in Berührung kommen.

Wenn man das alles bedenkt, erscheint es verwunderlich, warum doch noch so oft Erkrankungen auftreten, und warum die Menschheit von Seuchen heimgesucht wird. Das liegt eben daran, daß die Zellen ihre Schuldigkeit nicht tun, nicht tun können, weil sie keine Waffen haben, nicht widerstandsfähig sind. Es ist das traurige Vorrecht der ärmeren Volksklassen, den größten Prozentsatz der ansteckenden Krankheiten zu stellen. Das sind Individuen, deren Organismus nicht vollkräftig ist. Das Wohnen in dunklen, engen Wohnungen, schlechte, ungenügende Ernährung, überaus angestrengte Arbeit und vor allem der Mißbrauch des Alkohols, haben den Körper geschwächt.

Wir wissen, worauf es ankommt. Wir selbst sind es, in deren vollkräftiger Gesundheit die Garantie liegt, den Seuchen gegenüber „fest" zu sein. Wir müssen unsere körperliche Kraft und Rüstigkeit fördern, um unsere Widerstandsfähigkeit zu erhöhen. Licht, Luft und Reinlichkeit sind einige von den Zaubermitteln, die uns gefeit machen. Mit diesen Mitteln müssen wir hinaus, hinaus in den Kampf, unseren Körper zu stählen. Denn, wer jeden Kampf vermeidet, den Gefahren ängstlich aus dem Wege geht, nur um gemächlicher leben zu können, der wird bald so verweichlicht sein, daß gerade ihn zuerst der Ansturm der Bakterien zu Boden wirft.

Digitized by Google

Und wenn der Staat ein übriges tut, die Gefahren der Seuchen möglichst zu beschränken, dann werden wir auch mit den Bakterien fertig werden.

„Der Sieg muß uns doch bleiben!“

VI.

Der Vorhang fällt.

Allabendlich, wenn das große Gestirn zur Rüste geht, und mit glanzdurchwebten, goldgesäumten Wolken Abschied nimmt von dem müden Tagwerk der Natur, erschauen wir dasselbe feierliche Bild.

Mit leisem, sanftem Flügelschlag rauscht über die Brücke der Dämmerung die Nacht zu geheimnisvollem Fest. Wie ein weicher Mantel breitet sich satt und schwer tiefes Dunkel über Täler und Höhen. Der tosende Lärm, der den Tag begleitet, erschöpft sich allmählich. Hier noch ein Summen, dort ein Surren, ein Knacken und Knistern — feierlich umschweigt die stille Nacht Wald und Feld. Die Vögel träumen, die Schnäbel unter den Flügeln versteckt, auf schwankenden Zweigen. Die Unken, eben noch liebestoll ihr gellendes Locklied quakend, sitzen ganz still geduckt. Auf den nebligen Wiesen senken die Blumen ihre Blätter, schließen die bunten Kronen und lassen die sonnenmüden Köpfchen hängen. Hie und da flimmert aus den dunklen Zweigen des Brombeergestrüpps ein schimmerndes Leuchtkäferchen, wie ein Traumesfunken durch die schlafende Natur sich schaukelnd.

Aus dem ewigen, unendlichen, unerschöpflichen Drama der Natur ging wieder eine Szene, ein winziges Bruchstück zu Ende. Der Vorhang fällt, die Bühne des Lebens ist

Digitized by Google

verhangen. Die Akteure — und mitspielen tut alles, was da lebt und webt, was kriecht und fliegt und sich des rosigen Sonnenlichtes freut — haben Pause.

Auch über die Menschheit senkt sich wie ein Schleier die feierlich ernste Stille. Mit lauer, linder Hand drückt die Nacht auch dem arbeitsmüden Menschen die Augen zu zu friedlichem, verjüngendem Schlafe. Bis die lachende Morgensonne den jungen Tag auf Bergeshöhen, auf Wiesen und Feldeshang wachküßt, und die Lerche ihr Sonnenlied mit Jubel in Wolkenhöhen schmettert. Dann leuchten die fröhlichen Sonnenstrahlen dem verschlafenen Menschenkinde schelmisch ins Gesicht und rütteln ihn wach: Auf, Schläfer, ans Tagwerk! Auf in den jungen Tag!

Frischgestärkt erheben wir uns, wischen den Schlaf aus den Augen, recken uns und strecken uns, und dann knüpfen wir mit neuer Freude, mit neuen Hoffnungen das Heute an das Gestern. Jeden Morgen rollt der Vorhang wieder auf vor der Bühne des Lebens. Wenn wir nur wüßten, was hinter den Kulissen sich abspielt! Wenn wir nur einmal durch eine kleine Spalte dieses geheimnisvolle Treiben belauschen könnten! Man sollte meinen, daß von den vielen Millionen Menschen, die seit Jahrtausenden Tag für Tag das Geheimnis des Schlafes am eigenen Leib erfahren, einer dahinter gekommen wäre, das Geheimnis zu ergründen. Was der Schlaf ist, diese Frage hat befriedigend heute noch kein Mensch gelöst. Unentdeckt liegt er vor uns, ein geheimnisvolles Land, keusch und unnahbar, wie der Nordpol, ihm gleich darin, daß wir ihm etwas, etwas näher kommen. Man meint, man könnte die Lösung des Problems mit Händen greifen, aber beim Zufassen zerflattert es wie ein Phantom in Nichts.

Schlaf — und Tod! Das sind die beiden Grübelecken des Menschengeistes seit den ersten lallenden Kindertagen der Menschheit. Schlaf und Tod. Dort fällt der Bühnenvor-

Digitized by Google

hang zum Szenenwechsel. Hier der eiserne Vorhang, starr und unerbittlich verkündend: Ende! — Schlaf und Tod! Sie sind die Quelle und das Endziel aller Religionen, ja wohl überhaupt aller metaphysischen Grübeleien des Menschengeschlechts. Beide gleich rätselhaft. Aus dem Lande des Todes ist noch keiner wiedergekommen, uns Kunde zu bringen. Und wer aus dem Reich des Schlafes zurückkehrt, ist mit Vergessenheit geschlagen, oder er bringt trügerische Auskunft aus äffenden Träumen, mit der wir nichts anfangen können.

Wollen wir uns ernstlich mit dem Problem des Schlafes beschäftigen, so müssen wir ohne alle Mystik, ohne vorgefaßte Ansichten, kalt naturwissenschaftlich, kritisch und nüchtern uns an der Deutung versuchen, das Seelenleben des Schlafes möglichst beiseite lassen, denn damit werden wir nicht weiter kommen. Das ist das Land der kühnsten Hypothesen und grau'sten Theorien. Was wir uns hier zurechtlegen würden, könnte nur Ansicht sein, der gegenüber eine andere Ansicht aufzustellen niemandem verwehrt werden kann. Gibt es doch nicht zwei Psychologen, die dieselben Auffassungen selbst der elementarsten Begriffe haben. Also um allen Mißverständnissen aus dem Wege zu gehen, wollen wir die seelischen Erscheinungen, weil naturwissenschaftlich noch nicht diskutierbar, hier *möglichst* aus dem Spiele lassen — ganz können wir es nicht — und uns naturwissenschaftlich mit seiner rein körperlichen Seite befassen. Da bleibt uns denn doch noch viel zu beobachten und zu erklären übrig.

Hier stehe ich am Bett eines gesunden, schlafenden Mannes. Er hört mich nicht kommen, sieht mich nicht, merkt meine Nähe nicht. Hat alle Beziehungen zur Außenwelt und zu den Gegenständen, die seine wache Aufmerksamkeit in Anspruch nahmen, abgebrochen. Ruhig, fast majestätisch liegt er da. Der Schlaf hat etwas Erhabenes an sich. „Er schläft, o mordet nicht den heil'gen Schlaf!" sagt Schiller. Die Augen sind geschlossen, die Augäpfel nach oben gerollt.

Digitized by Google

Er atmet in tiefen, langsamen, gleichförmigen Zügen, die von einem leisen Geräusch begleitet sind. Periodisch setzt der Atem aus. Die Zahl der Pulsschläge ist vermindert; wie die nähere Untersuchung lehrt, ist der Blutdruck gesunken, die Herztätigkeit weniger kräftig, die Blutströmung verlangsamt. Auf den ersten Blick ist dieser Zustand nicht zu unterscheiden von dem Zustande der Bewußtlosigkeit, wie er nach gewissen Vergiftungen auftritt, etwa Kohlenoxydvergiftung, oder von Chloroformnarkose. Er ähnelt auch durchaus dem sog. Coma, einer gegen Ende einiger schweren Krankheiten auftretenden Bewußtlosigkeit. Aber, ein großer Unterschied besteht zwischen diesen Zuständen: beim Erwachen aus dem Schlaf empfinden wir ein süßes, wohliges Gefühl der Erquickung und Erholung, das nach dem Erwachen aus ähnlichen Zuständen vollkommen fehlt.

Im Schlaf sind auch die übrigen Körperfunktionen bedeutend herabgesetzt. So die Verdauung. Die mahnende Stimme von Hunger und Durst schweigt, und wenn man sich hungrig schlafen legt, wacht man ohne Hungergefühl wieder auf. Und dabei schläft der Mensch oft 8 Stunden und länger! Bei Tage hätten wir solange ohne Nahrung nicht auskommen wollen. Die Magentätigkeit ist träger. Während im Wachen die Speisen nach 3 Stunden den Magen verlassen haben, ist der Magen, wenn man kurz vor dem Schlafengehen ordentlich gegessen hat, am Morgen noch nicht geleert. Auch die Darmtätigkeit ist herabgesetzt. Daher häuft sich der Darminhalt, und wird bei den meisten morgens ausgeschieden. Auch die Harnabsonderung ist bedeutend verlangsamt, und der Drang meldet sich hier erst nach sieben oder mehr Stunden. Die Tätigkeit der Drüsen ruht oder ist bedeutend verringert. Die Speicheldrüsen sondern — hauptsächlich wegen des fehlenden Bissens — keinen Speichel ab, so daß der Mund trocken ist. Trocken ist auch die Nasenschleimhaut. Und trocken

Digitized by Google

sind die Augen. Im Wachen werden immerzu Tränen abgesondert, die das Auge schlüpfrig erhalten und Staubkörnchen ausspülen. Aber schon, wenn man schläfrig wird, hört die Tränenabsonderung langsam auf. Man fühlt unter den Lidern ein leises Brennen, wie von Sand. „Sandmännchen kommt gegangen.“

Was wir an dem Schlafenden sehen, ist also der Fortfall des Bewußtseins, mit ihm fehlt die Beherrschung der Intelligenz und des Willens. Die Körperfunktionen, die schablonenhaft, automatisch oder reflektorisch tätig sind, haben ihr Tempo gemäßigt oder wegen Mangel an Arbeit ganz eingestellt. Was wir sonst noch wissen, ist, daß man sich im Schlaf *erholt*.

Was schläft denn nun im Schlaf? Wir wollen umgekehrt fragen, was schläft *nicht*? Zunächst Herz und Atmung nicht. Ja, haben denn die keine Erholung nötig? O doch, aber wir haben in einem früheren Kapitel gesehen, daß sie, als rhythmische tätige Organe nach jeder Bewegung sich, wenn auch nur kurze Zeit, erholen können. Das genügt aber völlig. Auch die anderen vegetativen Organe schlafen nicht völlig, aber sie haben alle hinreichend große Pausen zur Erholung zwischen ihren Arbeitszeiten. Sie haben ihren Schlaf und ihre Erholung schon vorweg genommen.

Es schläft das Gehirn und es schlafen die Muskeln. Aber die Muskeln sind blinde Sklaven des Gehirns. Sie müssen schlafen, wenn das Gehirn nicht zu arbeiten befiehlt. Das Gehirn ist der Oberstkommandierende, die Muskeln haben aber auch noch ihre subalternen Vorgesetzten im Rückenmark, verlängerten Mark und Kleinhirn. Die dürfen kommandieren bei schablonenhaften Angelegenheiten, wo nichts zu verderben ist. Und die schlafen nicht. Man kitzle einmal einen Schläfer mit einem Strohhalm an der Lippe. Er macht Abwehrbewegungen mit der Lippe und mit der

Digitized by Google

Hand, alles automatisch, ohne zu erwachen. Bei diesen Abwehrvorrichtungen war das Großhirn nicht beteiligt. Streicht man einem geköpften Frosch Salzsäure aufs Bein, so wischt er diese mit dem Fuß des anderen Beines ab. Auch automatisch. Diese automatischen Zentren schlafen nicht. Die Wasservögel haben die Gewohnheit, während des Schlafes mit einem Fuß leise zu rudern. Manche Vögel schlafen auf einem Bein stehend, bewältigen hier also automatisch die ungeheuer schwierige Arbeit der Gleichgewichtserhaltung. Ich selbst habe mich davon überzeugt, daß im elektrischen Wagen schlafende Personen sehr geschickt das Gleichgewicht halten, ebenso in den Schlafwagen der Eisenbahnen. Die Schlafwagengesellschaften würden sich ein großes Verdienst um das Wohl ihrer Fahrgäste erwerben, wenn sie die Betten in der Zugrichtung aufstellten. Dann ist die Gleichgewichtserhaltung ganz bedeutend erleichtert (besonders beim Anziehen und Einlaufen des Zuges) und man würde nicht so gerädert, sondern mehr erfrischt sein, wenn man Morgens im fernen Land erwacht. Auch kompliziertere automatische Handlungen kann man im Schlaf verrichten: der Kutscher schläft auf dem Bock, Kavalleristen werden auf dem Pferde vom Schlaf überwältigt, beide halten die Zügel in der Hand. Gewisse zweckmäßige Bewegungen macht man im Schlaf ganz automatisch: man deckt sich, wenn die Bettdecke herabgefallen ist, wieder zu und verändert unbequeme Lagen gegen bequeme.

Also die Unterkommandanten sind zur Stelle, — wenn sie auch nur selten in Tätigkeit zu treten brauchen — aber der Oberkommandant, das Großhirn versagt. Nun besteht das Großhirn aus einer Rinde von Nervenzellen, Ganglienzellen und einem Mark von Nervenfasern (Fortläufern der Ganglienzellen). Was schläft nun im Großhirn? Rinde oder Mark oder beides? Es hat sich herausgestellt, und ist durch Versuche erwiesen (Verworn), daß die Nervenfasern

Digitized by Google

auch bei angestrengtester Tätigkeit nicht ermüden. Man hat geglaubt, daß die Nerven überhaupt nicht ermüdeten. Die Sache liegt anscheinend so, daß sie sich in ungeheuer kurzer Zeit erholen können. Das Mark, die Nervenfasern des Gehirns ermüden nicht, also ist der Sitz des Schlafes die Rinde des Großhirns.

Alles andere im Körper schläft und ruht und arbeitet träger, weil das Gehirn seine Tätigkeit eingestellt hat. Es muß also alles, was das Gehirn zur Arbeitseinstellung verurteilt, auch die Erscheinungen im Gefolge haben, die wir objektiv im Schlafe sehen.

Wann arbeitet das Gehirn und wann arbeitet es nicht? Eine triviale Gegenfrage: wann arbeiten die Speicheldrüsen und wann nicht? Die Speicheldrüse arbeitet nur, wenn ein Reiz sie trifft, wenn ein Bissen in den Mund gesteckt wird. So arbeitet natürlich auch der Magen nur, wenn Nahrung kommt, die Leber, wenn das Verdauungsblut durchgetrieben wird, der Muskel, wenn er Befehl von höherer Stelle erhält. Alle unsere Körperorgane arbeiten nicht, wenn ihre Reize fehlen. Auch so das Gehirn. In ihm spiegeln sich die Bilder der Welt, die durch die Sinnespforten, durch Augen und Ohren, durch Nase, Mund und Gefühl eintreten, und die unbestimmten verschwommenen Bilder, die aus dem Körperinnern stammen. Und diese Bilder wirken als „Reiz" für das Gehirn. Sind die Bilder da, so steht das Gehirn unter ihrem Bann, es muß antworten: die Antwort besteht in einer Bewegung oder — wenn das Gehirn erst die Erfahrung befragt — in einer Handlung. Wach sein, heißt antworten auf Eindrücke, und alles wachende Leben besteht aus solchem Frage- und Antwortspiel. Gar nicht antworten, heißt bewußtlos sein, heißt auch schlafen. Wir wollen sehen, wie der Schlaf zustande kommt. Gar nicht antworten, kann heißen, nicht gefragt sein (wenn alle Reize fehlen); gar nicht antworten heißt,

Digitized by Google

nicht antworten können; gar nicht antworten, heißt, nicht antworten wollen; gar nicht antworten, heißt, nicht antworten dürfen. Das wäre zu beweisen.

Gar nicht antworten, also schlafen, heißt, nicht gefragt sein. Wenn alle äußeren Reize fehlen, muß Schlaf eintreten. Sie können fehlen, weil sie nicht da sind, oder wenn die Sinnespforten geschlossen sind. Strümpell hatte einen 16jährigen Kranken, der durch die Versuche, die mit ihm angestellt sind, berühmt geworden ist: er war am Körper gefühllos, hatte nur ein sehendes Auge, ein hörendes Ohr, und sehr schlechtes Geschmacks- und Geruchsvermögen. Die einzigen Tore, durch die die Welt auf ihn einwirken konnte, waren sein Auge und sein Ohr. Verband man sein Auge und verschloß das Ohr, so war er von der Welt völlig abgeschlossen, nach kurzer Zeit schlief er ein. Schlief ein, um erst nach einigen Stunden aufzuwachen. — Der neugeborene Mensch verschläft die größte Zeit des Tages. Er wacht nur auf, um zu schreien und sein Nahrungsbedürfnis zu befriedigen. Er schläft, nicht weil er so hochgradig ermüdet ist, sondern augenscheinlich, weil die Reize für das Gehirn fehlen. Denn er kann noch nicht die Gesichts- und Gehörseindrücke verwerten, und das Gefühl ist, wie die Erfahrung lehrt, auch noch sehr mangelhaft entwickelt. Wenn wir erwachsenen Menschen uns schlafen legen wollen, so suchen wir dazu ein Plätzchen, wo wir vor Licht, Geräusch möglichst geschützt sind und schließen die Augen; also auch doch nur, um die Reize abzuhalten, damit das Gehirn nicht zu antworten braucht. Die Tiere machen es genau so. Sie suchen einen entlegenen Platz. Der Hund bedeckt sein Gesicht mit den Pfoten, der Vogel steckt seinen Kopf unter die Flügel, die Schlange rollt sich zusammen, um möglichst wenig ihrer Oberfläche den störenden Einflüssen der Außenwelt auszusetzen. Und die Natur hat Vorkehrungen, den Schlaf zu fördern. Alle 24 Stunden

Digitized by Google

geht die Sonne unter, und dunkle Nacht hüllt einen Teil der Erde ein, so daß von selbst alle Lichtreize ausgeschaltet werden.

Gar nicht antworten, also schlafen, heißt, nicht antworten **können**. Also eine Arbeitsunfähigkeit der Gehirnzellen. Sie kann eintreten als Lähmung durch verschiedene Gifte, z. B. nach Gebrauch von Morphium, in der Chloroformnarkose. Im wachenden Leben sind die Gehirnzellen den ganzen Tag tätig, denn immer sind die Sinnesorgane auf dem Posten, ihnen Nachrichten aus der Außenwelt zuzutragen. Und das Gehirn reagiert unaufhörlich durch Bewegungen und Handlungen. Bei solcher Arbeit ermüdet es, wie jedes andere Organ. Es sammelt sich im Blut ein Gift, das spezifische Ermüdungsgift der Gehirnzellen, das der weiteren Tätigkeit ein Ende macht. Auch die Ermüdungsstoffe anderer Organe legen die Gehirntätigkeit brach. Wir schlafen auch ein, wenn wir unsere Muskeln stark arbeiten ließen, und wenn in der Verdauung die Verdauungsorgane in angestrengter Tätigkeit ermüdeten, überläßt man sich gern der wohligen Ruhe des Mittagsschläfchens. Die Gehirnzellen sind gelähmt, bis das Ermüdungsgift aus dem Blut beseitigt ist. Freilich ist die Lähmung nicht absolut. Wir wissen ja, daß das Schläfrigwerden — also die langsame Ansammlung von Ermüdungsstoffen — allmählich eintritt. Wenn wir wach bleiben wollen, so gehören immer stärkere Reize dazu, das Gehirn zur Antwort zu zwingen. Ist unsere Umgebung langweilig, so werden wir schläfrig, haben Mühe die Augen offen zu halten, schlafen wohl auch ein, ist sie „anregend“, d. h. hat sie starke Reize für das Gehirn, so bleiben wir munter. Bis auch schließlich die starken Anregungen nicht mehr genügen, den Schlaf, d. h. die Ermüdungslähmung, zu verhindern. Der im Krieg übermüdete Soldat schläft sogar beim Kanonendonner ein. — Indessen bleiben die Ant-

Digitized by Google

worten des Gehirns nicht bloß deswegen aus, weil es gelähmt ist. Es ist auch erschöpft. Es hat seinen Vorrat an Nahrungsstoffen und Sauerstoff verbraucht. Fehlt nur eines von beiden, so muß das Gehirn zu arbeiten aufhören, schlafen. Mosso hat den bekannten Versuch gemacht, einem Menschen die beiden Halsschlagadern zuzudrücken, nach etwa 5 Sekunden erlosch das Bewußtsein, um sofort bei Nachlaß des Druckes wiederzukehren. Das heißt also doch nur, daß die Hirnzellen wegen Mangel an Sauerstoff ihren Betrieb einstellen mußten. Daß bei der Erschöpfung die Ganglienzellen ihre Reservestoffe tatsächlich verbrauchen, kann man unter dem Mikroskop nachweisen (Verworn).

Gar nicht antworten, also schlafen, heißt, nicht antworten dürfen. Wenn wir wachen, wenn unsere Körperorgane, besonders die Hauptmasse, die Muskeln, tätig sind, verbrauchen wir Nahrung und Sauerstoff. Zum Arbeiten hat der Körper auch noch eine Summe von günstigen Lebensbedingungen nötig, Licht, Feuchtigkeit, eine gewisse Wärme usw. Wie nun, wenn die Lebensbedingungen fehlen? Wenn die Nahrung nicht zu beschaffen ist und grimme Kälte durch das Gebein klappert? Uns Menschen passiert das nicht mehr, wir schützen uns schon, aber den Tieren. Dann müssen sie dem Verderben entfliehen. Sie gehen schlafen. Die Frösche gehen schlafen, verkriechen sich in den warmen Schoß der Erde, weil die Insekten, ihre Nahrung, sich auch verkrochen haben, und diese verkriechen sich, weil auch die Pflanzenwelt, ihre Nahrung, sich zum Winterschlaf zurückzog. Und aus dem anderen Grunde schlafen sie alle, weil bei der Kälte ihr Leben erstarren würde. Also pure Notwendigkeit, wenn sie im Winter ihr Leben auf ein Minimum reduzieren. Auch die Vögel, die von Insekten leben, müßten schlafen gehen, wenn ihnen nicht die Natur Flügel gegeben hätte, dem Unheil zu entrinnen. Die nicht wan-

Digitized by Google

dernden können deswegen hier bleiben, weil ihnen die Natur den Schutz einer dauernd hohen Körpertemperatur verlieh, und weil sie ihre Nahrung finden. Die Fledermäuse wiederum müssen schlafen, weil sie keine konstante Körperwärme haben. Ebenso schlafen die Kröten den Sommerschlaf, wenn die Sonne sie auszutrocknen droht, in der feuchten Erde.

Diese Tiere schlafen alle, wenn die Ungunst der Verhältnisse sie zwingt, ihre Lebenstätigkeit möglichst einzuschränken. Daneben schlafen sie periodisch alle 24 Stunden, wenn die Nacht kommt, wo das Dunkel ihnen die Nahrungssuche verbietet, es sei denn, daß sie als Nachttiere ihre Nahrung im listigen Raub finden, dann müssen sie eben tagsüber schlafen. So schlafen wir Menschen auch in der Nacht, „wo Niemand wirken kann", weil die Lebensverhältnisse für uns ungünstig, weil alle Arten gewerblicher Tätigkeit aufgehoben sind. Das Dunkel der Nacht verhindert jede Ortsbewegung und unterbricht alle Pläne und Beschäftigungen. Freilich verschafft uns die Kultur die Möglichkeit, auch bei Nacht zu arbeiten. Sie gibt uns Sonnen und Sönnchen, die den Tag vorschwindeln sollen. Aber, wollen wir uns mit dem Schlafproblem befassen, so müssen wir die kulturellen Verhältnisse, die das klare Bild verwischen, aus dem Spiele lassen und uns möglichst an natürliche Verhältnisse halten.

Gar nicht antworten, also schlafen, heißt, nicht antworten *wollen*. In gewissem Sinne können wir schlafen, wann wir schlafen wollen. Es gibt unter den Angehörigen beider Geschlechter eine große Zahl von Leuten, die den lieben langen Tag wenig oder gar nichts tun, was Geist oder Körper ermüden könnte, und doch ebenso pünktlich einschlafen und gerade solange schlafen, wie in der Regel der Arbeiter, der unter des Lebens Mühen keuchend sein beschwerliches Tagewerk verrichtet. Ich kann, wenn ich will, mittags schlafen, ich kann es auch bleiben lassen, und ich

Digitized by Google

kann mich daran gewöhnen. Es gibt eine Reihe, auch sehr intelligenter Menschen, die schlafen könnten, wann sie wollen, wenn sie nur den ernstlichen Vorsatz dazu mitbringen. Auf dieselbe Weise wird ja auch der hypnotische Schlaf (d. h. der durch Suggestion erzeugte richtige Schlaf) wohl zustande kommen.

Das also können wir vom Schlaf behaupten: wir schlafen, weil wir ermüdet sind und nehmen dazu die Zeit, wo äußere Eindrücke uns nicht stören, und wo uns das Wachen keinen Nutzen gibt.

Jeden Abend suchen wir mit neuer Freude unser Lager auf. Der Lärm ist verstummt. Wir löschen das Licht aus. Und nun geben wir uns ganz hin, lassen uns ganz von dem seligen Gefühl des Einschlafens umfangen. Unbeschreibliche Empfindungen ziehen über die Haut. Ein dumpfes wohliges Gefühl breitet sich von den Schläfen langsam aus — und bald sind alle Brücken abgebrochen, die uns mit der Welt verbinden. Freilich, nicht immer kann man leicht einschlafen. Wir können nicht alle Pforten verschließen, durch die Reize zu dem Gehirn dringen. Schmerzen können die Ursache sein, daß wir uns schlaflos auf dem Lager wälzen. Sie sind eine so starke Erregung, daß selbst die übermüdeten Hirnzellen immer noch darauf reagieren. Und wenn wir übermüdet sind, können wir oft aus dem einzigen Grunde der Übermüdung nicht einschlafen. Die starke Ermüdung erzeugt Schmerzen in allen Gliedern, besonders die Beine rufen so schmerzhafte Empfindungen wach, daß diese wieder als Reiz auf das Gehirn wirken, das, ach so gern, seine Ruhe haben möchte. Und dann noch eins. Das Gehirn ist nicht bloß ein Spiegel der Außenwelt. Es ist selbstschöpferisch tätig: es spinnt Gedanken, zeugt Stimmungen und Gefühle. Und diese sind Stimmen, auf die das Gehirn aufmerksam lauscht. Wer in übergroßer Freude sein Lager aufsucht, der kann lange nicht schlafen, und ebenso verscheuchen

Digitized by Google

Kummer und Sorge, Trauer und düstere Stimmung den süßen Schlaf, der „wie ein reines Glück ungebeten, unerfleht, am willigsten kommt“. Wie sagt Brutus?

„He, Lucius! — Fest im Schlaf? Es schadet nichts.
Genieße den honigschweren Tau des Schlummers.
Du siehst Gestalten nicht noch Phantasien,
Womit geschäft'ge Sorg' ein Hirn erfüllt,
Drum schläfst du so gesund.“

Was ist denn der Nutzen, den die himmlische Ruhe des Schlafes uns gibt? Kurz gesagt, besteht er in der Erholung des Gehirns, in der Wiederherstellung zu neuer Frische, zu fröhlichem Hoffen und Schaffen, in einer Erquickung des Körpers zu freier ungebundener Arbeitsleistung und — in der Verlängerung des Lebens. Denn, wenn wir nicht wachen, brauchen wir keine Eindrücke zu verarbeiten. Die Funktionen arbeiten langsamer, der Körper nutzt sich wesentlich geringer ab, also — verlängern wir das Leben. Genau so, wie ich die Arbeitsfähigkeit einer Dampfmaschine verdoppele, wenn ich sie nur tagüber, statt Tag und Nacht in Betrieb habe. Solche Leute, die alle Zeit, die man dem Schlaf widmet, für vergeudet halten, die an den Nachtstunden herumdividieren, um sie dem Schlaf zu stehlen, sind wahre Verschwender ihres Lebens. Und ihre Nerven müssen hohe Prozente für den gestohlenen Raub an der Natur zahlen.

Wie lange soll man denn schlafen? Die Zeit, die man dem Schlaf opfern soll, ist für jeden durchaus verschieden. Der alte Hufeland hat die Regel aufgestellt: Acht Stunden Arbeit, acht Stunden Erholung, acht Stunden Schlaf. Jeder Arzt wird diese Forderung als im allgemeinen richtig unterschreiben. Acht Stunden von 24! Das ist auf das Leben verrechnet, ein Drittel des Lebens, das wir ohne Bewußtsein zubringen! Das erscheint viel. Aber „verschlafe, wenn du Talent dazu hast, ruhig die volle Hälfte deines Lebens; du

Digitized by Google

wirst die andere Hälfte doppelt gelebt haben" (Schleich). Wir schlafen, bis wir aufwachen, und wir wachen auf, weil der Schlaf sich selbst umbringt, weil er das Hirn sich erholen läßt, wach macht. Wenn ein Schiff im Hafen liegt, glauben törichte Menschen, nun hätte die Besatzung Ruhe und es herrsche Stille an Bord. Wer genauer zusieht, merkt, wie gescheuert, geputzt, gestrichen, geflickt wird, um das Schiff zu neuer Fahrt bereit zu machen. So ist auch die Erholung nicht einfach ein Nichtstun, sie ist Schaffen und Wirken, neuen Vorrat an Bord zu nehmen und hinderlichen Schmutz und Abfall fortzuschaffen. In den ersten zwei Stunden ist der Schlaf am tiefsten, wie Kohlschütter durch viele Versuche nachgewiesen hat. Danach wird der Schlaf leiser und leiser. Weygandt hat gezeigt, daß in den ersten zwei Stunden geweckte Personen nicht imstande waren, bestimmte geistige Verrichtungen zu erledigen, wohl aber nach zweistündigem Schlafe. Danach fühlten sie sich aber am nächsten Tage noch wie zerschlagen. Es folgt daraus, daß die Erschöpfung in der ersten Tiefe des Schlafes ausgeglichen wird, die Hirnzellen also wieder mit Proviant versehen sind, während die Ermüdungsstoffe aus dem Körper zu entfernen längere Zeit in Anspruch nimmt. Damit steht auch im Einklang, daß man eine durchwachte Nacht noch nach 48 Stunden in den Gliedern spürt. Während die Erschöpfung bald beseitigt ist, häufen sich die Ermüdungsstoffe immer mehr, da sie längere Zeit zur Ausscheidung brauchen und zu den alten noch nicht ausgeschiedenen immer neue auszuscheidende kommen.

„Der Schlaf vor Mitternacht ist der beste," sagt der Volksmund. Gewiß genießt der, der mit beginnender Dunkelheit sich zum Schlafen niederlegt, den tiefsten und wertvollsten Teil des Schlafes vor Mitternacht, aber wer später sich zur Ruhe begibt, genießt einen ebenso wertvollen ersten Schlaf

Digitized by Google

nach Mitternacht. Aber, wenn wir wenigstens acht Stunden schlafen sollen und mit dem Erwachen des Tages an die Arbeit gehen müssen, dann muß uns die Geisterstunde im Bett finden. Vielleicht will der Volksmund ausdrücken: Sieh zu, daß du den ersten Schlaf, der der beste ist, vor Mitternacht genießest, damit du am Morgen ausgeschlafen und völlig erholt bist.

Unser *Wachen und Schlafleben, eine Anpassung* an den Rhythmus der Natur, an den Wechsel von Tag und Nacht. Unser Gehirn ist in seiner Leistungsfähigkeit ganz durch diesen Rhythmus bestimmt. Es scheint mit seinem Kraftvorrat, ohne zu ermüden, gerade auszureichen für die Zeit, in der es schaffen *kann*, für den hellen, lebendigen Tag. Wir können den Rhythmus des Naturgesetzes nicht nach unserem Belieben ändern, statt 16 Wach- und 8 Schlafstunden etwa den Turnus von 32 und 16 einführen. Solange zu wachen und zu schaffen geht über unser Können. Aber der Mensch versucht es, zur Arbeit und zum Vergnügen. Die Kultur bringt schon ähnliche Kunststückchen fertig. Das Naturleben ändern können wir ja, und aus dem untätigen Dunkel der Nacht werktätige Helle schaffen. Aber der Preis, der für nächtliche Arbeit gezahlt werden muß, über den uns Auskunft geben die unglücklichen dauernd übermüdeten Menschen, die in Heilanstalten und bei Ärzten ratlos ihr angegriffenes Kapital wieder zu erringen suchen, der Preis kann uns doch nicht locken.

Mit roher Hand greifen sie in das zarte Gespinst ihres Geisteslebens. Wachen, tätig sein, nur nicht schlafen. Denn im Schlafen kann man nicht schaffen. Und schaffen wollen sie um jeden Preis. Sucht das Gehirn, von Müdigkeit überwältigt, den Schlummer, so wird es gepeitscht mit Tee, Kaffee und anderen Reizmitteln, dadurch werden die Hirnzellen so reizbar gemacht, daß sie weiter arbeiten, daß sie

Digitized by Google

ihren eisernen Bestand angreifen, und ihren Reservevorrat ganz verausgaben. Bis der wohltätige Pfleger der Natur, immer und immer wieder abgewiesen, sich rächt, und auch ersehnt und erfleht nicht mehr kommt, bis das abgehetzte, müde, schlaffsehnende Menschenkind eine Last mit sich herumschleppt, so drückend wie die des ruhelosen Ahasver, der nicht sterben kann.

Wer nach einer schlaflosen Nacht vom unruhvollen Lager erwacht, fühlt in dem dumpfen Kopf neben der Müdigkeit ein Gefühl von öder Leere. Wie ganz anders beim Erwachen aus vollkommen beendetem Schlaf! Ein befriedigendes Gefühl von Sattsein, von Erquickung breitet sich wohlig durch die Glieder. Aus tiefem Schlaf erweckt sind wir schlaftrunken, träge und wie betäubt. Die Augenlider hängen noch schwer über den Augen. Die Tränenabsonderung stockt noch, wir reiben die Augen um sie anzuregen. Alles das, weil die Hirnrinde noch nicht wieder völlig auf den Plan ist. Nach vollendetem Schlafe sind die Sinnesorgane wieder bereit, und viel aufnahmefähiger für die Eindrücke der Außenwelt als am Abend, unsere Stimmung ist ruhiger, frische Hoffnung, neuer Lebensmut läßt uns freudig dem kommenden Tag entgegensehen. Die Muskeln sind noch nicht völlig auf dem Niveau ihrer größten Leistungsfähigkeit; die erreichen sie erst nach einigen Stunden. Das Wachen im Gegensatz zum Schlaf ist das harmonische Funktionieren der wahrnehmenden Sinnesorgane, des empfindenden, denkenden, wollenden Gehirns, und der dem Willen unterworfenen Muskeln. Wachen heißt, auf die Reize der Außenwelt mit Bewußtsein reagieren.

Wann und wie erwachen wir? Wann und wie fangen wir also an, auf die Eindrücke der Außenwelt wieder bewußt zu reagieren? Zunächst doch nur dann, wenn die Hirnzellen wieder reagieren können, sich also genügend erholt haben. Zweitens dann, wenn die Hirnzellen von

Digitized by Google

Reizen getroffen werden. Ohne solche Reize gibt es kein Erwachen. Aber diese Reize sind in solcher Fülle da (schon in den Sensationen des Körperinnern), daß sie nur darauf warten, bis die Gehirnrinde genügend erholt und erregbar ist. Am ehesten wirkt als Weckreiz Licht, der Lichtschein, der durch die geschlossenen Augenlider rosig durchschimmert. Aber daneben lauert ein ganzes Heer anderer Reize. Auch die Gewohnheit wirkt auf die Länge des Schlafs. Eigentümlich mag es erscheinen, daß auch das Aufhören eines Geräusches wecken kann: der Müller wacht auf, wenn die Mühle nicht klappert. Wenn auf einem Ozeandampfer die Maschine während der Nacht zu stampfen aufhört, sieht man sofort aus allen Kojen und Kabinen schlaftrunkene erschreckte Gesichter auftauchen. Wie wird das möglich? Wenn ich mich den Eindrücken der Außenwelt hingebe, z. B. mit jemandem spreche, so vernehmen nicht meine Ohren das Gespräch, auch nicht meine Hirnzellen, die das Gehörte aufnehmen, sondern meine A u f m e r k s a m k e i t, die sich mit den Empfindungen beschäftigt. Die Aufmerksamkeit ist eine seelische auch an Gehirnzellen geknüpfte Tätigkeit, die über den empfindenden Hirnzellen steht. Interessiert mich ein Gespräch, so ist meine Aufmerksamkeit rege und der Geist nimmt von dem Gesprochenen Notiz. Hört es auf mich zu interessieren, oder ist die Aufmerksamkeit gerade anderweits beschäftigt, so kümmert sich der Geist nicht darum, ich höre das Gesprochene, ohne es zu verstehen. Die Aufmerksamkeit ist ein Wachtposten, der aufgestellt ist, um alles, was durch die Sinne eingeht zu prüfen, ob es Interesse haben kann oder nicht. Höre ich nachts ein Geräusch im Hause, so beunruhigt mich das, ich werde aufmerksam. Habe ich nachgesehen und gefunden, daß ein Fenster im Winde klappert, so hat das Geräusch für mich sein Interesse verloren, ich kümmere mich nicht mehr darum. Alle neuen Geräusche erregen die Aufmerksamkeit und lassen

Digitized by Google

uns gleichgültig, wenn wir uns von ihrer Harmlosigkeit überzeugt haben. Unsere Tätigkeit beim Einschlafen besteht darin, der Aufmerksamkeit möglichst keinen Anhalt zu geben, ihr möglichst allen Stoff zu entziehen, denn sie weckt Vorstellungen und Ideen, die für das ruhende Gehirn zum Reiz werden, und uns nicht schlafen lassen. Darum halten wir alle Geräusche ab, darum kann der Gelehrte nicht schlafen, der im Bett noch die Aufmerksamkeit auf die Probleme richtet, die ihn am Tage beschäftigten. Darum zählen wir, wenn wir nicht einschlafen können, um durch möglichst „geisttötende" Monotonie der Aufmerksamkeit keinen Anhalt zu geben. Darum schläft der Musikunkundige bei Beethovenscher Musik ein, weil sie ihm nichts zu sagen weiß, während der Enthusiast angeregt wird. Darum schläft der Schüler bei dem monotonen Geschichtsvortrag, um — jählings zu erwachen, wenn in demselben monotonen Vortrag ein seinem Namen ähnlicher genannt wurde. Das war seine Persönlichkeitsnote. Er wird aufmerksam und erwacht. Es gibt ja nichts Persönlicheres als den Namen. Darum wecken wir den Schläfer, wenn wir ihn leise beim Namen nennen. Darum schläft der Großstädter bei dem Gerassel der elektrischen Bahn und dem ganzen tosenden Lärm, der von der Straße durch seine Fenster dringt, und wird im Augenblick wach, wenn ein Mäuslein kaum hörbar an der Fußleiste knabbert. Darum wird die Mutter wach, wenn ihr Liebling nur seufzt, während sie von anderen Geräuschen nicht geweckt wird. Darum wird der Müller wach, wenn seine Mühle still steht, weil es ihn angeht. Und ebenso die Passagiere des Dampfers, die erschreckt fragen: was ist los? Die Aufmerksamkeit ist eine in der Gehirntätigkeit ruhende Schutzvorrichtung, die auch im Schlafe auf alles das achtet, was für den Schläfer von Interesse sein könnte. Die Schutzvorrichtung ist nicht absolut, nicht bei allen Menschen gleich tätig, sie ruht im tiefen Schlafe auch bei vielen,

Digitized by Google

in zahllosen Fällen ist sie aber der sichere Nachtwächter, der mit Besonnenheit wacht. Nicht um jede Kleinigkeit die Bürger weckt, sondern nur in Fällen der wirklichen oder vermeintlichen Gefahr.

Dieses Aufdempostensein der Aufmerksamkeit ist wie wir wissen, nicht die einzige geistige Tätigkeit während des Schlafes. Der Schlaf ist der Tummelplatz der Träume. Es ist nicht meine Aufgabe, auf deren Wesen und Inhalt hier näher einzugehen. Nur soviel: der Träumende sieht und hört, und handelt. Sieht und hört Gestalten, wie sie das wirkliche Leben liefert mit Fleisch und Blut. Aber er sieht und hört ohne Augen und Ohren. Also müssen die Bilder aus seinem Gehirn stammen. Wir wissen, daß alle Bilder der Außenwelt in einzelnen Zellen der Großhirnrinde (und zwar im Hinterhauptlappen) festgelegt werden. Also müssen diese tätig gewesen sein. Sie können aber nur tätig gewesen sein, wenn sie arbeitsfähig waren, d. h. sich erholt hatten, und wenn ein Reiz sie traf. Jeder Mensch hat seine eigenen Bilder der Außenwelt, seine eigenen Erfahrungen, also hat auch jeder einzelne seine eigene Traumwelt: der Bauer kann seinen Pflug nicht finden, der Gelehrte hat ein Buch verlegt, der Soldat träumt von seinen Vorgesetzten usw. Der Traum erfindet nichts neues, wie gefabelt wird, er schwatzt nur aus. Er ist ein teilweises Erwachen des Gehirns, wenn Reize der Außenwelt (oder aus dem Körperinnern) auf ihren Bahnen zu den Bilderdepots der Gehirnzellen kommen. Mit einem Schlage sind die Bilder da. Aber während wir sie im Wachen mit Überlegung und kritischem Urteil aneinander reihen und miteinander verknüpfen, legen sie sich im Traume kaleidoskopartig aneinander, bilden eine bunte phantastische Welt, aus der wir kopfschüttelnd erwachen mit dem verwunderten Ausruf: wie dumm!

Immer, wenn die Gehirnzellen ihre Funktion ein-

Digitized by Google

stellen, ist die Folge Bewußtlosigkeit. Mögen nun Reize fehlen, oder das Gehirn keine Nahrung erhalten, oder die Zellen gelähmt, oder auch erschöpft sein. Eine Art dieser Bewußtseinsstörung ist der Schlaf, eine besondere Art, die durch Lähmung entsteht und gleichzeitig den gelähmten und erschöpften Gehirnzellen Erholung schafft. Der Schlaf ist, wie wir sahen, eine Einschränkung der Lebenserscheinungen auf ein geringeres Niveau der Tätigkeit. Immerhin sind Atmung und Herztätigkeit noch in verhältnismäßig reger Arbeit. Gibt es Zustände verminderter Lebenstätigkeit, in der die Lebensflamme noch mehr heruntergeschraubt ist, ohne ganz erloschen zu sein? — Sehen wir uns zunächst in der übrigen lebenden Natur um! Hier habe ich Haferkörner in den Händen. Verschiedener Herkunft, rechts und links. Jetzt untersuche jemand mit allen Hilfsmitteln der Wissenschaft, mit Mikroskop und Nadel, ob er mir sagen kann, ob der Hafer „lebt". Er kann es nicht. Kann es ebensowenig, als er von einem Eisenstück trotz sorgfältigster Untersuchung anzugeben vermag, ob es magnetisch ist. Um das zu erfahren, muß er den magnetischen Kräften Gelegenheit geben, sich zu äußern, sie auf ein anderes Stück Eisen wirken lassen. Ebenso muß man den Lebenskräften Gelegenheit geben, sich zu äußern. Ich säe den Hafer in die Erde und befeuchte ihn. Jetzt gibt mir die Natur Antwort: die eine Sorte geht auf, die andere nicht. Diese war 12 Jahre alt und ist tot, jene hatte 4 Jahre gelegen und ist lebendig. Was ist das für ein Leben, das in dem Korn schlummert? — Ein anderes Bild: aus trockenen Dachrinnen sammle ich den eingetrockneten Schmutz, zerreibe ihn mit den Fingern und hebe das Pulver in einem Fläschchen auf. Auch das Mikroskop zeigt uns daran nichts besonderes. Ich feuchte den Staub an, und wie ich jetzt durch das Mikroskop beobachte, quillt der Staub, er dehnt sich und reckt sich und schließlich sehe ich lebendige, sich be-

Digitized by Google

wegende „Rädertierchen“ aus ihm sich entwickeln. Diese Tierchen vertragen das Eintrocknen für einige Monate. Sie schrumpfen zusammen wie welke Blätter oder Mumien, und stellen alle Lebenserscheinungen ein. Ein Tröpfchen Wasser, und es regt sich wieder. Lebten diese Tierchen während der Zeit — wir können es nicht leugnen, sie lebten ja wieder auf — und was ist das für ein Leben ohne Bewegung, ohne Reaktion??

Endlich noch ein Beispiel.*) In der Naturgeschichte von Lenz findet sich von der Wüstenschnecke (Helix maculosa) wörtlich folgendes angegeben: „Sie bewohnt die Sandwüsten Ägyptens. Dort fand Charles Lamb 1846 zwei solche Schnecken, hielt die Häuschen für leer, befestigte sie auf Täfelchen und schickte sie dem British Museum. Daselbst blieben sie volle 4 Jahre unberührt, bis endlich Rich. Taylor bemerkte, daß die eine sich selbst mit ihrem eigenen Schleim festgeklebt hatte. Er legte nun die zwei Häuschen samt ihren Täfelchen in laues Wasser und nach 10 Minuten kam aus dem einen die Schnecke hervor, kroch herum, fraß den ihr angebotenen Kohl und ließ sich auch ferner recht gut ernähren. Die andere war tot.“

Diese Beobachtungen über den Stillstand aller Lebenserscheinungen sind für uns nicht nur Kuriosa, sondern haben eine große Wichtigkeit für die Erörterung der Lebensprobleme. Es geht daraus hervor, daß lebende Wesen irgendwelcher Art unter schwierigen Verhältnissen, unter Verhältnissen, unter denen sie nicht „leben“ können, alle Lebenserscheinungen einstellen, bis die Lebensbedingungen günstiger geworden sind. Während der untätigen Periode sind sie absolut leblos, scheinen sie tot. Dieser Scheintod ist für sie ein Schutzmittel des Lebens. Ohne ihn wären sie der Vernichtung ausgesetzt, sobald die Lebensver-

*) Zitiert aus Grawitz, Über Leben und Tod. Greifswald 1896.

Digitized by Google

hältnisse ungünstig sind. Dieser Art Scheintod begegnen wir bei sehr vielen lebenden Wesen, bei Einzellern, Polypen, Schwämmen, Moostieren, Schnecken, einzelnen Insekten (Puppen!). Steht hier das Leben gewissermaßen auf dem Nullpunkt, so gibt es ein Leben, das sich nur etwas über Null erhebt, das auch durch die Ungunst der Verhältnisse als Schutzvorrichtung ausgebildet ist: das ist der Winterschlaf der Fische, Amphibien, Reptilien und einiger Säugetiere. Nicht eigentlich Scheintod, denn diese höheren Tiere vertragen den völligen Stillstand aller Lebenserscheinungen, besonders das Aufhören der Zirkulation nicht, oder doch nur sehr kurze Zeit. Aber doch nur ein dämmerndes Leben ohne Bewegung und Handlung.

Nun fragen wir uns: gibt es beim Menschen auch einen Scheintod? Als Schutzvorrichtung ist der Scheintod jedenfalls bei uns nicht zu treffen, das wäre nicht nötig, da wir immer günstige Lebensbedingungen haben oder uns schaffen können. Aber die bange Frage kommt nicht zur Ruhe: gibt es — abgesehen von dem Scheintod als Schutzvorrichtung — beim Menschen überhaupt einen Scheintod?

Diese Frage müssen wir unbedingt bejahen. Jawohl, es gibt einen Scheintod des Menschen in gewissen Fällen, bei dem es auch dem geübten Arzt unmöglich ist, noch eine Spur eines Lebens festzustellen, einen Scheintod, der sich wieder zum vollen frohen Leben erholen kann. Freilich — dieser Scheintod kommt nur unter ganz bestimmten Bedingungen vor. — Beim Spielen fiel ein Kind ins Wasser. Es dauerte eine Zeitlang, bis der Vorfall bemerkt wurde. Beherzte Männer springen nach. Sie ziehen eine kleine Leiche aus dem Wasser. Das liebliche, lockige Kind, der Stolz und der Sonnenschein der Eltern, ist tot. Tot? Oder — doch nicht? Ein hilfsbereiter Arzt ist in der Nähe. Er untersucht rasch, und findet keine Spur einer Herztätigkeit.

Digitized by Google

Aber nicht gleich verzagen. Er kennt solche Fälle aus der Erfahrung. Schnell kniet er über dem Kinde und macht „künstliche Atmung", er pumpt durch Bewegung der Arme Luft in den regungslosen Brustkorb des Kindes. Er arbeitet lange, unermüdlich, keuchend; der Schweiß anstrengender Tätigkeit rinnt ihm von der Stirn. Bis er erschöpft ist; ein anderer löst ihn ab, und treibt die künstliche Atmung weiter, immer gleichmäßig, taktmäßig, eins — und zwei! Und wieder beginnt der erste seine anscheinend nutzlose Tätigkeit. Minuten, Viertelstunden vergehen. Man läßt die Hoffnung nicht sinken. Die Kräfte der Retter scheinen zu erlahmen. Aber vorwärts, noch nicht alles verloren geben! Da — 2 Stunden sind schon verstrichen — ein eigentümliches Schlucksen bei den Atembewegungen. Es wiederholt sich bei jedem Ausdehnen des Brustkorbs. Und wirklich, man fühlt das Herz wieder schlagen! Und noch ein Weilchen, da tut das Kind selbst einen Atemzug, und wiederum nach einiger Zeit schlägt es die Augen auf. Gerettet! Tränen der Freude und Dankbarkeit strömen aus den Augen der überglücklichen Eltern. Und Freude über den gelungenen Sieg, der dem Tod die sichere Beute entriß, spiegelt sich triumphierend auf dem erhitzten Gesicht der ermatteten Retter. — Das ist so ein Fall von Scheintod, wie er beim Menschen vorkommt. Und etwas ähnliches ereignet sich gelegentlich an Erstickten, Verschütteten, Erhängten, bei Kohlenoxydvergiftung und in der Chloroformnarkose. In allen Fällen hängt der Erfolg der Rettung davon ab, daß sofort oder sobald wie möglich rettende sachverständige Hände zugegen sind. Unweigerlich tritt der Tod ein, ohne daß die Opfer das Bewußtsein wieder erlangt haben, wenn die Rettungsversuche unterbleiben. Das Lebensfeuer ist ausgegangen, zu einem ganz kleinen, nicht mehr nachweisbaren Funken erloschen. Wird der Funken wieder angefacht, wohl, dann kehrt das Leben zurück. Wenn

Digitized by Google

nicht, so verglimmt auch dieser letzte Rest allmählich und erlischt, ohne daß das Feuer aufflackert.

Die Geretteten knüpfen den Lebensfaden da wieder an, wo er abgerissen war. Was in der Zwischenzeit geschehen ist, von allen den Bemühungen, die gemacht sind, sie dem Leben wiederzugewinnen, davon haben sie nichts, gar nichts in der Erinnerung. Auch gar kein Bewußtsein irgendwelcher Empfindung während der Zeit des Lebensstillstandes.

Hier hatte eine äußere Einwirkung bei gesunden, lebenskräftigen Individuen, plötzlich und gewaltsam in das komplizierte Räderwerk des Organismus eingegriffen und es zum Stillstand gebracht. Die Uhr muß wieder in Gang gebracht werden, von selbst fängt sie nicht wieder an zu ticken, und trotz aller Bemühungen gelingt es auch so nicht immer, sie wieder in Gang zu bringen, wenn nämlich die äußere Gewalt selbst zerstörend eingewirkt hatte, oder wenn zu lange Zeit seit dem Stillstand verstrichen ist. Die Zellen, die keine Nahrung bekommen, stellen ihre Tätigkeit ein, können sich aber noch erholen. Bleibt die Nahrungszufuhr stundenlang aus, dann sind sie auch nicht mehr erholungsfähig. Der Mensch ist und bleibt tot.

Aber nun kommt die bange Frage: gibt es im *normalen* Leben auch einen Scheintod? Einen Scheintod, der von dem Arzt nicht zu erkennen ist und für Tod gehalten wird? Einen Scheintod, der die Möglichkeit des Lebendigbegrabenwerdens und eines grauenhaften Erwachens im Grabe in sich schließt? Auf alle diese Fragen gibt es nur *eine* Antwort: Nein, und dreimal nein! *Einen solchen Scheintod gibt es nicht!* Kann es nicht geben!

Man wendet mir ein, daß glaubhafte Fälle von Wiederausgrabungen vorgekommen seien, die darauf schließen ließen, daß der Begrabene ein fürchterliches Erwachen im

Digitized by Google

Sarge gehabt haben müsse. Dem entgegne ich, daß die Zeitungsnotizen, die mit ihrer sensationell aufgeputzten Hintertreppenromantik so unsägliche Verwirrung anstiften — am häufigsten stammen die Nachrichten aus Ungarn und Rumänien — so oft man ihnen auf den Grund ging, als lustig flatternde Enten erkannt worden sind. Immer wenn man die Ortsbehörden um amtliche beglaubigte Protokolle gebeten hat, haben sie diese verweigert oder das Gerücht direkt als unsinnig bezeichnet! Solange mir nicht ein mit sachverständigem Protokoll aufgenommener Fall beglaubigt nachgewiesen wird, glaube ich nichts und ich halte mich dazu für vollständig berechtigt. Aus folgenden Gründen: Erstens finden jährlich allein in Deutschland mindestens 10 000 Sektionen statt. Noch nie hat man dabei irgendeinen Fall eines Scheintodes entdeckt. Hier hätte er am allerwenigsten übersehen werden können. Zweitens: jene von mir angeführten Fälle von Scheintod, die zum Leben erweckt werden können, betrafen gesunde vollkräftige Individuen, sie blieben tot, wenn die Lebensuhr nicht gewaltsam in Bewegung gesetzt wurde. Die Möglichkeit, von selbst zum Leben zu erwachen, ist völlig ausgeschlossen. Sie müßte auch ausgeschlossen sein bei einem sog. Scheintod aus irgendwelchem Grunde. Denn, das wissen wir aus Erfahrung, Nahrungsmangel oder nur ungenügende Ernährung halten die Hirnzellen oder das Herz nur für sehr kurze Zeit aus, und wenn Gehirn oder Herz nicht arbeiten, oder wenn die Atmung stundenlang still steht, erlischt alles Leben. Das wäre Scheintod. Aber, man wirft mir vor, ich stritte mit Worten. Ob man es Scheintod nenne oder anders, es kämen Zustände vor, in denen die Herztätigkeit nicht völlig erloschen wäre, sondern noch im Gange sei, wenn auch nur sehr, sehr schwach. Gewiß, auch diese Fälle können vorkommen, aber nicht so lange, bis die Stunde der Beerdigung — sie ist nicht vor 2×24

Digitized by Google

Stunden erlaubt — heranrückt. Auch die schwache Ernährung bei tiefster Ohnmacht könnte der Körper nur stundenlang aushalten. Und jeder Arzt ist in der Lage, konstatieren zu können, ob noch ein Herzschlag vorhanden ist. Ist nichts mehr nachzuweisen, dann bleibt's dabei: das Leben ist unweigerlich erloschen. Und um das Gemüt vollständig zu beruhigen, braucht man nur die gesetzlich vorgeschriebene Frist bis zur Beerdigung abzuwarten, dann wird es sich herausstellen. Denn der Tod ist das Erlöschen sämtlicher Funktionen des Körpers, so daß der Organismus nicht wieder zu seinem individuellen Leben aufwacht. Alle Funktionen sind erloschen, also auch diejenigen, die den feindlichen Einwirkungen der Außenwelt Trotz bieten. Ein lebender Organismus kann nicht faulen und verwesen. Dagegen hat er energische Abwehrvorrichtungen. Der tote Leib geht bald in Verwesung über, um so eher, je günstiger die Lebensbedingungen für die Fäulnisbakterien sind: im Sommer am ehesten. Wo sich Verwesung zeigt, oder nur Totenflecken (als Zeichen der Verwesung), da beweist die Natur auch dem ungläubigsten Laien, daß jetzt alles aus ist, daß alle Hoffnungen und Wünsche endgültig vernichtet sind.

Doch noch eins. Man wird mir die Berichte vorhalten, die von indischen Fakiren, den Yogis, Wunderdinge erzählen. Sie legen sich zum Scheintod hin, kein Lebenszeichen ist mehr nachzuweisen, sie lassen sich begraben, und erwachen doch nach einiger Zeit zum frischen Leben. Man muß diesen Mitteilungen gegenüber vorsichtig sein. Wenn z. B. auf der Budapester Millenniums-Ausstellung solche „scheintoten“ Fakire, die als „Renommier-Yogis“ extra herübergeschafft waren, als Schwindler entlarvt wurden, so dient das nicht gerade dazu, das Vertrauen zu ihrer Glaubwürdigkeit zu erhöhen. Immerhin wollen wir annehmen, daß so etwas vorkäme. Ein Scheintod, an dem mit

Digitized by Google

den Hilfsmitteln der Wissenschaft kein Leben mehr nachzuweisen wäre, allerdings nur für sehr kurze Zeit. Wäre das ganz unerklärlich? O nein! Wir müssen bedenken, daß die Künste der Fakire hauptsächlich auf hypnotischen Experimenten beruhen. Es gibt Fakire, die die Kunst der Suggestion so beherrschen, daß wir uns vorläufig gar keine Vorstellung davon machen können. Wenn man nicht annehmen will, daß die Zeugen eines solchen Schauspiels alle unter dem Banne der Suggestion standen (das ist der gewöhnliche Trick der Fakire), so daß sie etwas glaubten, was tatsächlich nicht vorhanden war, so müßte man voraussetzen, daß die Fakire durch Selbsthypnose einen Zustand herbeiführen können, in dem durch ihren Willen Herz und Atmung eine kurze Weile still ständen. Durch ihren Willen, das ist's. Daß aber im natürlichen Lauf der Dinge etwas ähnliches als Scheintod bei uns vorkommen sollte, ist ausgeschlossen. —

Tod ist Aufhören aller Funktionen. Wir wissen, alle Menschen müssen einmal mit dem Leben aufhören, müssen sterben. Müssen? Warum? Auch diese Frage hat schon viel Kopfzerbrechen verursacht. Der naiv-fromme Glaube der Juden war mit einer Erklärung rasch bei der Hand: es ist die Strafe für den ersten Sündenfall im Paradiese. Der Mensch war leiblich unsterblich erschaffen, verlor aber diesen besonderen Vorzug vor den übrigen Lebewesen, weil er vom Baume der Erkenntnis naschte. Diese kindliche Erklärung kann uns naturwissenschaftlich nicht befriedigen. Wir müssen uns nach einer anderen umsehen, und eine solche suchen, die mit Notwendigkeit aus dem Naturgeschehen sich ergibt. Gibt es unsterbliche Wesen? Ja. Wir haben sie in einem früheren Kapitel (Teil I, S. 52) kennen gelernt. Das ganze große Reich der Protisten, der einzelligen Lebewesen, ist unsterblich. Ein Individuum teilt sich in zwei, jedes wieder in zwei und so fort ad infinitum. Eine Leiche

Digitized by Google

ist nirgends zu entdecken. Ein Absterben, ein natürliches Ende gibt es bei den Protisten nicht. Nur den Tod durch eine Katastrophe, die vielleicht in einem hungrigen Fischmaul über sie hereinbricht.

Warum sind nicht die Menschen auch leiblich unsterblich? Wir wollen ganz davon absehen zu untersuchen, ob eine solche Eigenschaft für uns begehrenswert ist. Der dichtende Volksmund hat in der Sage vom todessehnsüchtigen ewigen Juden diesem Gedanken schon einen ergreifenden Ausdruck gegeben, ein ewiges Leben als einfach fürchterlich gemalt. Das ist die subjektive Seite. Aber warum kann auch objektiv der Mensch nicht unsterblich sein? Bedenken wir: alles Leben ist ein Kampf, ein Ringen mit der Außenwelt, die unserem Körper unausgesetzt mit Vernichtung droht. Kälte und Wärme, Nässe und Trockenheit, Hunger und Durst, Stoß und Fall, Gifte und Verletzungen, und tausende andere Möglichkeiten der Zerstörung lauern auf uns im Hinterhalt. Unser Körper ist stark, er gleicht die Schädigungen schlagfertig aus, er ist den Lebensverhältnissen und vielen Eventualitäten angepaßt, wohl gerüstet zum Kampf. Jeder von uns trägt ehrenvolle Narben dieses siegreichen Kampfes an seinem Körper, und je länger das Leben währt, desto mehr kann man die Schrecken des Krieges dem Körper ablesen. Hier verlor einer ein Auge, dort eine Hand, jener büßte seine Zähne ein, dieser hat ein geschwächtes Herz und so fort. Aber alle können noch leben. Wenn wir unsterblich wären, beständen wir schließlich alle aus Krüppeln. Und könnte das das Endziel einer vernünftig schaffenden Natur sein? Nun entgegnet man mir, daß dieselbe Möglichkeit der Verstümmelung auch bei den unsterblichen Protisten bestünde. Freilich, aber diese niedrigsten aller Lebewesen haben nicht gegen eine solche Vielheit von Verhältnissen zu kämpfen wie wir, und ihr Leben fließt ruhiger dahin. Und weiter, wenn ihnen der Kampf mit dem Leben

Digitized by Google

sein Zerstörungswerk aufdrückt, dann können sie es rasch wieder ausmerzen. Sie können ihr Protoplasma in unglaublicher Vollkommenheit wieder herstellen, wenn der Kern unverletzt blieb. Und das unversehrte Individuum teilt seinen unsterblichen Leib weiter in neue Individuen, bis — nun vielleicht bis an der Welt Ende.

Wenn also Unsterblichkeit für uns weder wünschenswert, noch auch im Naturgeschehen möglich ist, wenn Sterben nicht nur unsere Pflicht, sondern auch unser gutes Recht ist, dann lauert die zweite Frage: Wie lange leben wir? Wann tritt der Tod ein? Wann stirbt der Mensch? Er stirbt als Besiegter im Kampf des Lebens, oder aber, wenn seine Tage gezählt sind, wenn die Lebensuhr abgelaufen ist, an Altersschwäche. Wie lange dauert ein Menschenleben im normalen, natürlichen Entwicklungsgange? Die Beantwortung dieser Frage erscheint unmöglich, und doch lassen sich einige Gesichtspunkte gewinnen.

Wir wollen fragen, wie lange muß der Mensch leben? Als Glied in der Kette der lebenden Wesen muß der Mensch so lange leben, bis die nötige Anzahl von Nachkommen die Garantie bietet für den unverminderten Weiterbestand des Menschengeschlechts. Wie für den Menschen, hat dieses Gesetz für die ganze Tierwelt Geltung. Wohin wir blicken, richtet sich die Natur nach diesem ungeschriebenen Gesetz.

Nehmen wir nur die Tiere, die durch geschlechtliche Vereinigung sich fortpflanzen. Sie müssen so lange am Leben bleiben, bis jedes Elternpaar zwei Nachkommen erzeugt hat, die zur Geschlechtsreife kommen.*) Aber wie wenige Nachkommen haben Aussicht auf dieses Alter! Schon die Eier sind einer ungeheuren Vernichtungsgefahr ausge-

*) Im Folgenden ist Bezug genommen auf Weismann, Über die Dauer des menschlichen Lebens (Jena, Gust. Fischer).

Digitized by Google

setzt, und dann die junge Nachkommenschaft! So erklärt es sich, daß manche niederen Tiere eben wegen der Vernichtungsgefahr eine geradezu unglaubliche Anzahl von Eiern produzieren! Der Bandwurm z. B. legt etwa 100 Millionen Eier ab, der Karpfen 500 000 Eier. Man braucht nur den Rogen vieler Fische, z. B. eines Härings mit seinen Tausenden von Entwicklungsmöglichkeiten zu betrachten, um zu dem Schluß zu kommen, welche geradezu ungeheuerliche Verschwendung die Natur — scheinbar — treibt. Haben diese Tiere eine so große Zahl von Eiern abgelegt, daß die Wahrscheinlichkeit, zwei Nachkommen zu erhalten, zur Gewißheit werden muß, dann haben sie ihre Rolle für die Natur ausgespielt, ihren Zweck erfüllt, sie können sterben. Unter den Insekten gibt es Arten, die eine unglaublich kurze Zeit leben. Die Eintagsfliege (Palingenia virgo) entsteigt der Puppenhülle aus schlammigem Sumpf, sobald ihre Flügel eben erhärtet sind. Wenige Stunden lebt sie in der Luft, Stunden die dem Hochzeitsflug gewidmet sind. Alsbald lassen die Weibchen eine Menge Eier ins Wasser fallen, und — das Leben ist zu Ende. Die Eier entwickeln sich im Schlamme zu Larven, die 1—2 Jahre lebensfähig sind, aber das geflügelte Insekt lebt nur für wenige Stunden, trotzdem die Natur an ihre Organisation eine Summe von wunderbaren Einrichtungen verschwendet hat. Auf das einzelne Individuum legt hier die Natur gar keinen Wert, wenn nur die Art erhalten bleibt. Es kann sterben, wenn es die garantierende Menge Eier abgelegt hat. Aber nicht eher. Die Libellen, die einen raschen, ausdauernden Flug haben, können nicht mit einer solchen großen Anzahl gleichzeitig gereifter Eier belastet werden. Die Eier reifen langsam, die Vernichtungsgefahr ist groß, also müssen sie länger leben.

Nehmen wir die Vögel. Sie können nicht sehr fruchtbar sein, weil sie in raschem Fluge die Luft durcheilen müssen und nicht mit Eiern bepackt sein können. Viele Vögel,

Digitized by Google

die Taucher, Lummen und andere Seevögel legen nur 1 Ei und brüten nur einmal jährlich, wie überhaupt die meisten Vögel. Andere legen 2 Eier (Raubvögel, Tauben, Kolibris). Die Eier sind aber einer großen Vernichtungsgefahr ausgesetzt, besonders bei den schlechten Fliegern (Hühnern und Fasanen). Eben wegen ihrer schlechten Fliegekunst können sie wieder mehr Eier legen und tun es, wodurch die erhöhte Vernichtungsziffer ausgeglichen wird. Alle Nachkommenschaft der Vögel steht unter einem bösen Stern: kaum ist das Ei gelegt, so kommen Marder und Iltis, Katzen und Eulen und verzehren das leckere Mahl. Und sind die Jungen ausgeschlüpft, so holen sich diese Feinde noch einmal ihren Tribut. Frost und Hunger tun das übrige unter dem Vogelnachwuchs aufzuräumen und viele andere Fährnisse fordern beim Fliegen und Wandern unbarmherzig ihre Opfer. Soll die Vogelwelt nicht aussterben, so müssen die Vögel ein langes Leben haben. In der Tat ist ihre Lebensdauer erstaunlich groß. Die Nachtigall lebt 12—18 Jahr, Kanarienvögel können bis 20 Jahr leben, bei einem Kuckuck wurde ein Alter von 32 Jahren beobachtet. Daß Gänse, Schwäne, Raben, manche Raubvögel über 50 Jahre leben, ist nachgewiesen. Kakadus hat man das Alter von 80 und mehr Jahren erreichen sehen. Ein Geier, der 1706 gefangen worden war, starb in der Menagerie zu Wien im Jahre 1824, lebte also 118 Jahre in Gefangenschaft. Vergleichen wir damit die Säugetiere. Pferd und Bär werden nicht über 50 Jahr, Löwe etwa 35, das Wildschwein 25, das Schaf 15, Fuchs 14, Hase 10, Eichhörnchen und Maus 6 Jahre. Während bei den Vögeln das Vernichtungswerk unter der Nachkommenschaft schon beginnt, sobald die Eier abgelegt sind, fängt die Gefahr bei den Säugern erst an, wenn die Jungen zur Welt gekommen sind. Die fruchtbarsten kleinen Säugetiere, Hase, Kaninchen, Maus haben auch die geringste Lebensdauer.

Digitized by Google

Solange müssen die Individuen leben, bis ein Elternpaar garantiert zwei — zur Reife kommenden — Nachkommen das Leben geschenkt hat. Bis die Nachkommen soweit kommen, haben sie noch manche Fährnisse zu überstehen. Die Fische überlassen ihre Eier der lieben Sonne und dem Zufall. Die junge Brut muß sich selber helfen. Massenfabrikation. Die Tiere, die ein oder wenige Nachkommen mit oder ohne Eiablage haben, können ihre Kinder einzeln pflegen, sie ernähren und schützen. Ja, die Jungen sind so unselbständig, daß die Eltern pflegen müssen. Also müssen die Eltern solange am Leben bleiben, bis der junge Nachwuchs fähig ist, den Kampf ums Dasein selbständig aufzunehmen.

Nun der Mensch. Ein Menschenleben! Wieviel Hoffnungen und Enttäuschungen, wieviel drückende Not, Kummer, Entbehrungen und wieviel himmelhochjauchzende Freude ist darin eingeflochten. Ein Menschenleben! Ein Stein fällt in den glatten Spiegel des Sees, und Wellen schlagen ihre Kreise, Berg und Tal, auf und ab, und treffen andere Kreise, kreuzen sie, und wirken mit ihnen, heben und senken sich, Berg und Tal. Das ist das Menschenleben. Unser Daseinsinhalt, unser Leben, trotz allem der Güter höchstes! Und in der Natur bloß ein Rechenexempel. Eine Versicherung auf Nachkommenschaft. Für die Natur hat das Leben des Einzelnen nur insofern Interesse, als es durch die nötige Anzahl von Nachkommen der Pflicht gegen die Art genügt, den Bestand des Menschengeschlechtes garantiert. Sind die Garantien da, dann ist das Leben wertlos, die Natur hat kein Interesse mehr, es zu erhalten.

Angenommen, alle Menschen heirateten. Dann müßte jedes Elternpaar 2 Kinder soweit bringen, daß sie in seine Fußstapfen treten können. Aber wie weit ist der Weg bis dahin! Zuerst werden viele Kinder tot geboren. Und von den lebend geborenen stirbt ein gewaltiger Prozentsatz. Be-

Digitized by Google

sonders im ersten Lebensjahre ist die Sterblichkeit erschreckend groß, die berüchtigte Säuglingssterblichkeit. An dieser Säuglingssterbe sind wir Menschen, besonders die Mütter selber schuld, die aus Unvermögen oder Bequemlichkeit die Kinder nicht selbst stillen, sondern geradezu Experimente anstellen, welch' unsinnige Behandlung man einem so jungen Menschenkinde zumuten darf. Es ist geradezu unerhört, wie brutal viele Mütter ihre Kinder mißhandeln. Freilich in guter Absicht, aber daß sie sich nicht belehren lassen, allen guten Ratschlägen einen hartnäckigen Widerstand entgegenstellen und ihren Kopf durchzusetzen suchen, das ist bös. Die Kinder müssen den Unverstand der Mütter oft mit dem Leben bezahlen. Man hat sich schon über die hohe Kindersterblichkeit hinweggetröstet, indem man Darwin zitierte. „Natürliche Auslese", Untergang des Schlechten, nicht Angepaßten im Kampf ums Dasein! Allah will es! — Was heißt denn natürliche Auslese? Untergang der Individuen, die den Verhältnissen, denen die Art ausgesetzt wurde, nicht gewachsen waren. Wenn ich einen Menschen mit Arsenik vergifte, so ist das keine natürliche Auslese, sondern eine sehr unnatürliche. Und wenn eine Mutter ihr Kind dauernd falsch ernährt, und es so dem Verderben preisgibt, ist auch das keine natürliche Auslese. Durch die natürliche Auslese wird das Schwache, nicht lebensfähige ausgerottet, wie etwa ein neugeborenes Kind, das die Folgen der väterlichen Sünden an sich trägt, den Anforderungen des Lebens nicht gewachsen ist. Es bleiben die übrig, die zu dem Kampf gegen die Außenwelt gerüstet sind. Bei der Säuglingssterbe werden unterschiedslos starke und schwache dahingerafft. Und was zurückbleibt, ist nicht ohne weiteres der beste Teil, sondern die nicht erkrankten und die geheilten. Und die geheilten haben oft Jahre, vielleicht ihr Lebenlang das Stigma der Säuglingserkrankung zu tragen. Also nicht natürliche Auswahl.

Digitized by Google

Aber sei es, wie dem wolle. Die hohe Sterblichkeitsziffer ist da. Im ersten Lebensjahre sterben etwa 15—20% aller Kinder, ebensoviel wie in den Jugendjahren zusammengenommen, bis zum 20. Jahre! Von je 100 000 lebendgeborenen Knaben und Mädchen*) erreichen das 20. Lebensjahr 59 287 Knaben und 62 324 Mädchen. Es fällt an diesen Zahlen auf, daß weniger Mädchen sterben. Diese Erscheinung ist in allen Kulturländern nachzuweisen und findet gewiß darin eine Erklärung, daß die Knaben wilder sind und sich eher Gefahren aussetzen, vielleicht auch, daß sie früh Berufsschädlichkeiten unterliegen. Kurz, es sterben mehr Knaben. Das ist ein Fehler, den die Natur wieder gut machen muß. Also läßt sie auch mehr Knaben geboren werden. So gleicht sich das wieder aus. In der Tat lehren die Statistiken aller zivilisierten Länder übereinstimmend, daß auf 106 Knaben 100 Mädchen geboren werden. Geburt und Tod, Leben und Sterben stehen in wechselseitig sich beeinflussendem Verhältnis, sind durch unlösliche Korrelation aneinandergeknüpft.

Also bis zur Geschlechtsreife sterben etwa 40 000 von 100 000 Lebendgeborenen. Mit andern Worten: wenn 60 000 Menschen zur Reife kommen sollen, müssen 100 000 geboren werden, oder, was dasselbe ist, es müssen 3,3 Kinder geboren werden, damit 2 wieder für die Erhaltung des Geschlechts sorgen können.

Wir hatten bisher angenommen, daß alle Menschen heirateten. Aber es gibt sehr viele, die es mit dem Apostel Paulus halten, daß „wer heiratet gut tut, wer nicht heiratet tut besser". Wenn die wirklich vorhandenen Elternpaare also durchschnittlich 3,3 Kinder hätten, dann müßte

*) Nach der Deutschen Sterbetafel, gegründet auf die Sterblichkeit der Reichsbevölkerung in den zehn Jahren 1871/72 bis 1880/81.

Digitized by Google

sich die Menschheit an Zahl verringern, weil sich die Junggesellen und Jungfern freiwillig oder unfreiwillig der Pflicht gegen die Art entziehen. Deswegen muß also die durchschnittliche Kinderzahl in den Familien eine größere sein. Da statistische Angaben über die Zahl der Unverehelichten nicht zu erhalten, auch aus begreiflichen Gründen wertlos sind, wollen wir annehmen, daß der Erhaltung der Art Genüge geschehen sei, wenn durchschnittlich auf die Familie 0,5 Kinder mehr kämen. Es müßte also durchschnittlich ein Ehepaar 3,8 Kinder haben. Um die zu besitzen, bedarf es einiger Jahre Zeit. Rechnen wir auf das Kind $1^1/_2$ Jahre, so wären also etwa 5 Jahre nötig, um die vorgeschriebene Zahl zu erhalten. Nehmen wir, auf Grund unserer Kulturverhältnisse das Durchschnittsalter des Mannes bei der Verehelichung mit 24 Jahren an, so wäre er 29 Jahre, bis er die nötigen Kinder sein eigen nennt. Aber — bevor alle Ehemänner und -Frauen so weit sind, muß der eine oder andere die Welt verlassen, und die notwendige Mindestforderung ist wieder nicht erfüllt. Also müssen die überlebenden Familien noch etwas zusetzen, statt 3,8 also durchschnittlich etwa 4 Kinder erzeugen. Und nun erst ist die Natur befriedigt. Den Eltern müßte demnach eine Zeit von 6 Jahren (ich spreche immer nur von Mindestzahlen) für die Vervollständigung ihrer Familie zugestanden werden, und der Mann wäre 30 Jahre. Tatsächlich rechnet man mit einer durchschnittlichen Zahl von 4 Kindern auf die Familie. So hätte das Ehepaar seine Verpflichtung gegen die Natur und ihre Art eingelöst. Sie könnten gehen, wenn nicht die Kinder noch der sorgfältigsten Pflege bedürften. Sie sind noch nicht für den Kampf ums Dasein gerüstet. Solange müssen die Eltern leben (wenn auch nicht alle), bis alle Kinder ihren Lebensunterhalt selbst finden können. Und dazu gehört wieder eine Reihe von Jahren. Sie umfaßt die ganze Jugendzeit, sagen wir 20 Jahre. Diese

Digitized by Google

20 Jahre verlangen von den Eltern die Pflichten der Ernährung und Erziehung. Jetzt können die Eltern vom Schauplatz des Lebens abtreten: für die Erhaltung der Art ist gesorgt. Aber mit 50 Jahren ist der Mann nach allgemeiner Ansicht noch „in den besten Jahren". Die Natur gibt noch etwas zu. Das erscheint notwendig für die fortschreitende Entwicklung des Menschengeschlechts. Denn dieses tatkräftige Mannesalter hat Erfahrungen gesammelt im Kampf des Lebens, hat der Jugend viel Wertvolles mitzuteilen und erspart ihr manche Mühe und Not, in bitteren Kämpfen sich selbst die Erfahrungen anzueignen. So baut die Jugend auf den Erfahrungen der Alten. Die Menschheit käme nur langsam vom Fleck, wenn das Alter auf 50 Jahre beschränkt wäre. Die Natur spendet freigebig noch etwa 20 Jahre. „Unser Leben währet siebenzig Jahr, und wenn's hoch kommt, so sind's achtzig Jahr, und wenn's köstlich gewesen ist, so ist's Mühe und Arbeit gewesen", sagt der fromme Psalmist. 70 Jahr. Das deckt sich im allgemeinen mit unserer Auffassung. Auf 70 Jahr rechnet man im allgemeinen das nützliche, werktätig schaffende Leben des Menschen. 70 Jahr hat das Invaliditätsgesetz als Grenze der Arbeitstätigkeit angesetzt. Es ist die Zeit der Pensionierungen. In diesem Alter kommt auch die größte Zahl von Todesfällen vor (Ebstein). Was darüber hinausgeht, das gibt die Natur zögernd mit milder Hand. Wohl dem, der diese Zeit noch rüstig und fröhlichen Mutes durchlebt. Es ist die Zeit des Alterns.

Alle lebenden Wesen altern. Die geistigen und körperlichen Kräfte verfallen, wenn ihre Zeit erfüllt ist. W a s das Altern ist, das läßt sich anatomisch beschreiben, aber was die U r s a ch e dieser Degeneration ist, das ist schwer zu sagen. Die Maus altert mit 6 Jahren, der Mensch mit 70, der Papagei mit 100 oder mehr Jahren. Die Maus kann vielleicht ein „hohes" Alter von 7 Jahren erreichen,

Digitized by Google

aber nie das eines Menschen, oder nur eines Hasen. Es muß also in den Mäusezellen selbst die Ursache des Alters stecken. Und ebenso im Menschen und in allen Tieren. Diese Einschränkung der Lebenstätigkeit muß schon festgelegt sein, als das Ei sich entwickelte, zu dem komplizierten lebendigen Organismus. Es ist so, als ob die Natur die Lebensuhr bei ihren Geschöpfen auf verschiedene Dauer aufgezogen hätte, genau so wie es Uhren gibt, deren Werk aufgezogen in einem Tage abläuft, oder in einer Woche, 14 Tagen oder einem Jahr. Ist die Spannkraft des Uhrwerks der Erschöpfung nahe, dann tickt die Uhr noch, aber ihr Ticken wird matter, kraftlos, bis es immer stiller wird. Die Uhr ist abgelaufen.

Lebenssatt legt der Greis nach einem köstlichen Leben voll Mühe und Arbeit seine welken Hände in den Schoß und wartet mit gesenktem Haupte, bis ihn der milde Tod friedlich abruft. Das ist das *natürliche* Ende des Menschen. Aber der Tod mäht auch mit grausamer Sense, räumt auch unter denen auf, die ein Recht und ein glühendes Verlangen nach dem Leben haben, und heimst unersättlich, gierig die hoffnungsvolle Beute ein:

Wenn die Blätter fallen
In des Jahres Kreise,
Wenn zum Grabe wallen
Entnervte Greise,
Da gehorcht die Natur
Ruhig nur
Ihrem alten Gesetze,
Ihrem ewigen Brauch.
Da ist nichts, was den Menschen entsetze.
Aber das Ungeheure auch
Lerne erwarten im irdischen Leben.
In sein stygisches Boot
Raffet der Tod
Auch der Jugend blühendes Leben.

Digitized by Google

Viele sind derer, die das natürliche Ende nicht erreichen, die im harten Kampf des Lebens zermürbt und aufgerieben werden. Mannigfaltig sind die Gewalten, die störend in das feine Getriebe des Organismus eingreifen und es zum Stillstand bringen. Wohl kämpfen die Organe einen Verzweiflungskampf um ihre Existenz, aber die feindliche Gewalt ist stärker, die Kraft des Körpers versagt, und im Kampfe besiegt streckt er die Waffen. Das Herz bleibt stehen. Die Atmung steht still, das Bewußtsein, jegliche Empfindung und Bewegung schwindet. Im Altertum dachte man sich den Tod als etwas schattenhaft Geistiges, das vom Körper Besitz ergreift. Galenus lehrte, daß dieser gespenstische Tod durch drei Pforten eintreten könne, je nachdem er erfolgt durch Lähmung des Herzens, der Lungen oder des Gehirns. In der Tat hört alles Leben auf, wenn eines von diesen Organen seine Tätigkeit einstellt. Aber man meinte, und die Laien glauben heute noch, daß, wenn der Tod eintritt, alle Organe *gleichzeitig* sterben.

Das ist nicht richtig. Überlegen wir; was verstehen wir unter Tod? Das Aufhören der Körperfunktionen. Aber die Funktionen sind an die Lebenstätigkeit der Zellen geknüpft. Wenn jemand durch einen Schuß ins Herz umgebracht wird, dann tritt sofort der Tod ein, weil das Gehirn kein Blut mehr erhält. Die anderen Organe werden stillgelegt, weil das Gehirn aufgehört hat, und eben auch, weil sie keine Nahrung haben. Sie hätten noch lange leben können, sind noch so lebenskräftig. Sie sind auch ohne Nahrung noch eine kleine Weile am Leben. Ich brauche nur an den Arm eines eben Verstorbenen die Pole einer elektrischen Batterie zu legen, so zucken die Muskeln in vollem Leben. Nur eine Zeitlang, dann hören sie wegen Mangel an Nahrung auf zu funktionieren, sie sind tot. Aber noch 2—3 Tage nach dem Tode kann man eine lebhafte Bewegung an den Flimmerzellen (z. B. der Luftröhre) beob-

Digitized by Google

achten, und wenn auch diese erloschen ist, findet man noch lebende weiße Blutkörperchen, die langsam und stetig ihre Amöbenbewegungen machen. Ja, wenn man ganze Organe dem Körper entnimmt, können sie eine Zeitlang am Leben bleiben. Verdanken wir doch die ungeheure Entwicklung unserer Elektrotechnik dem Zucken eines ausgeschnittenen Froschschenkels, der zufällig mit Metallen in Berührung kam! Die Organe warmblütiger Tiere sind allerdings empfindlicher, man muß sie unter günstige Bedingungen setzen, d. h. sie in geeigneter feuchter Wärme halten und Blut durchströmen lassen (oder die sogenannte Lockesche Lösung). So kann man sie noch Tage lang funktionieren sehen: die Leber bildet ihren Harnstoff, die Niere sondert ihre Ausscheidungsstoffe ab. Ja, sogar das Herz kann man so überleben lassen. In einem früheren Kapitel sprach ich von der Möglichkeit, das ausgeschnittene Froschherz noch Monate lang schlagen zu lassen. Auch das Herz von Säugetieren kann man, sogar wenn man es 24 Stunden nach dem Tode der Leiche entnimmt, wie Kuliabko gezeigt hat, noch zum Schlagen bringen und Tage lang schlagen lassen. So lange setzen die Zellen des Herzmuskels dem Tode Widerstand entgegen.

Wie ist es unter diesen Umständen mit dem Kopf eines Hingerichteten? Das ist eine Frage, die schon sehr oft aufgeworfen wurde. Eine lebhafte Phantasie hat grauenvoll die entsetzlichen Qualen sich vorgestellt, die den abgehauenen Kopf foltern. Hängen die Sinne des vom Rumpf fallenden Hauptes noch mit der Welt zusammen? Hat dieser Kopf Bewußtsein von den Schauern des Todes, die ihn durchziehen? Wäre dem so, es wäre unmenschlich, barbarisch, die Todesstrafe zu vollziehen. In der Tat haben sich einige Staaten wie Holland und Belgien diesem Dilemma durch Abschaffung der Todesstrafe entzogen. Also, wie ist's? Wir erinnern uns der Versuche von Mosso, der einem Men-

Digitized by Google

schen die Halsschlagadern zudrückte: nach 5 Sekunden trat Bewußtlosigkeit ein. Nun bedenke man, daß das Gehirn auch noch von anderen Seiten mit Blut versorgt wird. Danach können wir annehmen, daß bei vollständigem Abschluß m o m e n t a n Bewußtlosigkeit eintreten muß. Und wenn man auch dieses nicht annehmen will, so kommt noch eines hinzu. Bei der Enthauptung wird das Rückenmark durchtrennt. Jeder Verletzung starker Nervenstränge, zum Beispiel durch überfahren der Beine folgt im Augenblick eine schwere dumpfe Betäubung, der sogenannte Shock, aus dem die Verunglückten nur langsam erwachen. Sie erinnern sich nicht, daß sie im Augenblick des Unglücks Schmerzen gehabt haben, erinnern sich an nichts von dem, was unmittelbar darauf folgte. Warum soll es bei den Enthaupteten anders sein, bei denen die Summe aller Nervenbündel von Rumpf und Gliedern, im Rückenmark zusammengefaßt, durchtrennt wird? Zumal da obendrein das empfindende Gehirn wegen Blutmangel augenblicklich seine Tätigkeit einstellt, das Bewußtsein verliert?

Aber kehren wir von diesem schaurigen Anblick zurück! Zurück an das friedliche Bett des Sterbenden, in dem soeben der letzte Akt der Tragödie in sanfter, versöhnlicher Milde ausklingt. Nicht gewaltsam kommt der Tod, brutal das Leben erschlagend, alles auf einmal zerstörend und erwürgend. Nein, er schleicht sacht, ganz leise, fast verstohlen. Das Herz schlägt matt, müde, kraftlos. Ein Schlag, und noch einer, und noch ei . . . — der letzte. Die Atmung stockte schon vordem, in unheimlichen, bangen Pausen. Jetzt ein letzter, tiefer, hauchender Atemzug. Das Gehirn hat schon früher seine Arbeit einstellen müssen, jetzt erhält es g a r kein Blut mehr, und stirbt sehr bald. Noch „leben" die Muskeln, aber der dirigierende Wille fehlt, der sie in Tätigkeit setzte, und es fehlt der nährende Saft. So sterben auch sie, allmählich. Der Magen funktioniert noch eine

Digitized by Google

Weile und der Darm, und die Leber, dann stellen auch sie ihre Arbeit ein, für immer. Und was an Lebensflammen in den Zellen brannte und leuchtete, es erlischt flackernd zum Funken, dann geht's aus. Ein Organ nach dem anderen. Eine Zelle nach der anderen.

Und stille wird es, stille . . . . ganz stille.

Der Vorhang fällt. Das Stück ist aus.

Schluß.

Rückblicke und Ausblicke.

Wir sind am Ziel. Weit war der Weg und oft genug versperrt durch das Geröll abergläubisch befangenen Vorurteils. Jetzt sind wir oben und vom hohen Standpunkt blicken wir zurück auf das fruchtbare Gelände, das wir durchwandert haben. Horizonte dehnen sich, weite blaue Horizonte mit grob gemalten Umrissen, in denen die Einzelheiten zerfließen.

Ausgegangen waren wir von Darwin, dem großen Kreuz- und Sammelpunkt, in dem münden, von dem ausgehen alle Wege unserer modernen Forschung, enge und breite, solche, die noch holprig sind und prächtig ausgebaute, auf denen der geistige Verkehr in rastlosem Wogen flutet. Unter ihnen die große breite Heerstraße der Wissenschaft vom Leben, der Biologie.

Was Leben ist, das weiß heute noch kein Mensch. Durch die Jahrtausende rauscht es in ewig wechselndem Weben und Werden, auf und ab, in ununterbrochener Veränderung. Geburt knüpft den Faden an, wo der Tod ihn abgerissen. Und durch all dieses Werden hindurch klingt ein Grundton: Entwicklung. Das Prinzip der Entwick-

Digitized by Google

lung hatten klare Köpfe lange vor Darwin in dem natürlichen Geschehen entdeckt. Aber daß die Entwicklung auf eine gemeinsame Urform des Lebens zurückzuführen sei, das gefolgert zu haben ist Darwins Verdienst. Allerdings ist das nur eine Hypothese, aber eine Hypothese von so elementarer Wucht der Beweisführung, daß sie im Streit der Geister unerschütterlich, trotzig wie ein Fels im Meer, standhält. Und wenn sie nur Hypothese wäre, nichts als Hypothese! Sie hat eine eminent praktische Bedeutung, sie ward zum brauchbaren Werkzeug und Rüstzeug für alle Wissenschaften, zu einem Forschungsprinzip von so großer Fruchtbarkeit, daß eine naturwissenschaftliche Disziplin, die heute noch ohne sie auskommen wollte, einfach nicht mehr daseinsfähig wäre. Was es an Welten, und auf unserer Welt, der Erde, an Bergen und Meeren, an Pflanzen- und Tierformen gibt, es ist alles das Resultat der Entwicklung. Sie brachte auch das größte hervor, was es gibt, den Menschen, den Beherrscher der Erde, den Menschen mit seiner Kultur, seiner Wissenschaft, Religion und Kunst. Daß sich das Gefühl mancher Menschen gegen den Gedanken einer Abstammung von niedrigeren Lebewesen auflehnt, daß man diese Auffassung als „gottlos" zurückweist, wenn man der Autorität der Wissenschaft die der Bibel entgegenhält, daß man ihn für geschmacklos hält, in ihm ein Attentat auf die Menschenwürde erblickt, das ist „menschlich" und zu verstehen. Aber die Wissenschaft sucht die Wahrheit, aufrichtig und ehrlich, nur in ihrer Weise, ohne voreingenommene Gefühlsregung, und sie kommt eben zu diesem Resultat, das durch bloße Raisonnements nicht wegzudisputieren ist, fast möchte ich sagen „leider". Welche Fülle von Geheimnissen dieser Gedanke der historischen Entwicklung der naturwissenschaftlichen Betrachtung des Menschenkörpers enthüllt, wie er mit hellem Licht sonst gar nicht zu verstehende Dunkelheiten aufklärt, das wird, so hoffe ich, durch die

Digitized by Google

vorhergehenden Kapitel gefestigt sein. Daß wir Menschen uns entwickelt haben, das ist klar. Unser ganzer Körperbau spricht dafür. Wir sind gebaut, wie die Tiere, haben kein Organ vor ihnen voraus, das Werden und Entstehen jedes Einzelnen und massenhafte Zeugen in unserem Leibe legen lautes Zeugnis ab für die Entwicklungslehre, vor allem die verkümmerten Organe, die heute für uns ganz überflüssig sind, aber früher einmal ein sehr wertvoller Besitz waren. Und wir entwickeln uns noch! Ganze Völker und Rassen haben sich körperlich und geistig noch nicht zu unserer Höhe entwickelt. Körperlich und geistig hofft man sie ja unserer Kultur näher zu bringen. Mit unseren Augen sehen wir — z. B. in Nordamerika — die Neger aus einem Zustand wilder Barbarei zu Kulturmenschen, ja zu Kulturträgern werden. Und durch uns selbst rauscht die Entwicklung weiter, weiter, in kommende Generationen!

Aber was ist eigentlich Entwicklung der lebenden Wesen? Es ist die Veränderung der Lebewesen unter dem Einfluß der Lebensbedingungen. Also ist die erste Voraussetzung der Entwicklungslehre die Veränderlichkeit, (die heute wohl nicht mehr bestritten wird), die zweite, daß die Lebensbedingungen Ursache der Veränderungen sind. Wie aber gehen die Veränderungen vor sich, in ganz kleinen kaum merklichen Abweichungen, wie Darwin und mit ihm viele Forscher glauben, oder sprungweise, mit plötzlich auftretenden Verschiedenheiten, „Mutationen" (de Vries), und wie ist durch sie eine Entwicklung, ein Fortschreiten möglich? Beruht der Fortschritt auf Übung und Gewöhnung der Lebewesen an die Bedingungen (Lamarck), oder rief die Außenwelt die Anpassungen ins Leben, wie ein Bildhauer seine Büste modelliert (St. Hilaire), oder waren die Anpassungen die Folge der natürlichen Auslese, der Ausmerzung des Schlechten, Schwachen im Kampf ums Dasein, wie Darwin wollte? Und wie wurden die Anpassungen in der Art

Digitized by Google

fixiert? Durch Vererbung oder wie? Das alles sind Fragen, um deren Beantwortung die Köpfe sich in lebhaftem Streit erhitzen.

Das wissen wir, daß alles Leben an die „Tätigkeit" der Zellen und in den Zellen des Protoplasmas geknüpft ist. Und weiter zeigt die Beobachtung, daß alle Lebenserscheinungen nichts anderes sind als Anpassungserscheinungen, daß Leben nichts anderes heißt, als in Beziehung stehen zur Außenwelt. Diese Aktivität des Lebens, die Fähigkeit, auf die Außenwelt zu reagieren, die Anpassungsfähigkeit ist so notwendig mit dem Begriff des Lebens verknüpft, daß es ohne diese gar nicht daseinsfähig, also nicht zu denken ist. Dauernd muß das Leben sein Leben verteidigen, denn unaufhörlich stellt die Natur in unerschöpflichem Wechsel wechselnde Aufgaben. Anpassen oder nicht anpassen, das ist Sein oder Nichtsein des Lebens.

Anpassung an die Lebensbedingungen sind alle Lebensäußerungen, alle Funktionen. Produkte der Anpassung sind die Organe, die Instrumente der Funktionen, sind auch alle Formen und Gestalten der lebendigen Organismen.

Diese Lebensäußerungen und Anpassungsformen sind so einheitlich, so geordnet, so „zweckmäßig", d. h. mit dem geringsten Aufwand von Kraft und Material (und Zeit), so streng durchgeführt, daß selbst die abenteuerlichste Tiergestalt dem, der sich eifrig in ihr Studium vertieft, so selbstverständlich vorkommt, als wäre sie die einzig mögliche.

„Was ist doch ein Lebendiges für ein köstliches, herrliches Ding! wie abgemessen in seinem Zustande, wie wahr, wie seyend!" sagt der große Dichter. Unendlich vollkommen und zweckmäßig arbeitet die Natur. „Zweckmäßig?" — man rümpft die Nase. Zweckmäßig? das heißt doch der Natur menschliche Fähigkeiten zuschreiben, ergo sollte ein naturwissenschaftlich gebildeter Mensch, der es nur mit der objektiven Beobachtung zu tun hat, dieses Wort nicht ge-

Digitized by Google

brauchen. Aber der Einwand ist unrichtig. Gewiß ist der Ausdruck unserem menschlichen Handeln entnommen, gewiß besagt er, daß wir das Naturgeschehen im Sinne unserer Werke betrachten, das heißt, daß die Natur so handelt, wie wir Menschen einen vorgesteckten Zweck durch eigene Überlegung erreichen. Gewiß, aber das ist ein Vergleich, keine Erklärung.

Rein objektiv finden wir in der Natur eine solche Zweckmäßigkeit, das ist ungefälschte Tatsache. Wir mögen uns dagegen wehren, wir mögen es nicht anerkennen wollen, wahr bleibt es doch. Die vorigen Kapitel handeln schließlich von nichts anderem, und wem diese kleine Auslese nicht genügt, dem kann ich versichern, daß aus der unerschöpflichen Fülle der vorhandenen Tatsachen die Beweise sich um Hunderte vermehren ließen.

Eine Hypothese ist es, wenn man annimmt, weil die Natur zweckmäßig handelt, müsse die Zweckmäßigkeit auch subjektiv, von der Natur bezweckt sein, wenn man glaubt, daß zweckmäßige Reaktionen nicht anders als durch Zwecktätigkeit zustande kommen. Ob diese Hypothese richtig oder falsch ist, das ist eine Streitfrage für sich. Wir halten uns an die Tatsache der Zweckmäßigkeit. Und diese ist da, ob die Zweckmäßigkeit nun geworden oder gewollt ist. Sie wegdisputieren, heißt den Kopf in den Sand stecken, nicht sehen wollen.

Freilich, über eines wollen wir uns klar werden. Auch an sich sehr Zweckmäßiges kann sehr „unzweckmäßig" sein. Dieses unzweckmäßig heißt so viel als schädlich, verderblich — für uns Menschen. Wenn ein gewaltiger Mensch im schaffenskräftigen Alter sterben muß, so mag das für seine Wissenschaft unzweckmäßig sein, wenn wir Menschen einen Blinddarm haben, wenn Leute mit Mißbildungen zur Welt kommen, wenn Husten den Körper erschöpft, wo nichts durch Husten zu beseitigen ist, so mag das uns alles sehr „un-

Digitized by Google

zweckmäßig" erscheinen. Und trotzdem ereignete es sich trotz oder gerade infolge zweckmäßigen Reagierens auf die Außenwelt. Wir müssen uns immer vor Augen halten, daß die Zellen in ihrem Interesse ihr Leben gegen die Außenwelt verteidigen, unbekümmert um die Konsequenzen für die Menschheit.

Mit der Erkenntnis, daß alle Lebenserscheinungen zweckmäßig sind, beginnt die Biologie. Die Idee der Zweckmäßigkeit ist für uns ein Leitfaden, die Probleme zu stellen. Hier ist ein Organ, ein Knochen. Wozu? warum so? zu welchem Zweck? Immer fragt die Biologie nach dem Warum. Mit welchem Erfolge man so auch in der Wissenschaft vom Menschen fragen kann, das mag man aus den früheren Kapiteln entnommen haben. Auf diese Frage kann nur eine Wissenschaft antworten, die dem großen Zusammenspiel der Dinge nachgeht, die zwischen den Bedingungen der Außenwelt und den Fähigkeiten der Organe vergleichend wägt. Hier versagt die Anatomie und Physiologie, und auf beide sich stützend übernimmt die Biologie die Führung.

Aber wenn alles Leben, auch des Menschen, zweckmäßiges Reagieren, Anpassung, ist, nichts als Anpassung an die Lebensbedingungen, wer stellt dann die Bedingungen? Zunächst die umgebende Natur. Die Pflanze hat mit Wasser und Licht und der Nahrung des Erdbodens und vielen klimatischen Faktoren zu rechnen. Komplizierter werden die Verhältnisse bei den Tieren. Nicht nur Licht, Luft, Feuchtigkeit und die klimatischen Verhältnisse fordern von dem Tier die Anpassungsarbeit, sondern auch der Kampf um die Bedürfnisse, um Nahrung und Begattung.

Auch dem Menschen diktiert die Natur ihre Aufgaben. Schwerkraft, Klima, Luftdruck, Luft und Nahrung, Licht und Dunkel, sie sind da, und will der Mensch ihnen gegenüber da sein, so muß er sie überwinden, ihnen überlegen

Digitized by Google

sein. Dafür gab ihm die Natur Knochen und Muskeln, Herz und Lungen und alle übrigen Organe. Und wie der Menschenleib überlegen ist, wie er auf jede Frage der Natur sofort schlagfertig eine Antwort weiß, die unter diesen Verhältnissen einzig richtige Antwort, auch das sollte aus den vorigen Kapiteln klar geworden sein.

Aber die Natur hat nicht mehr allein über die Schicksale des Menschenleibes zu bestimmen. Mit dem ersten Schlag des Hammers, den der erste Mensch formte, mit dem Schlage, der die Brücke zerschmetterte, die Mensch und Tier verband und die gähnende Kluft riß, die kein Steg, kein Seil mehr überbrückt, mit diesem Schlage setzte der Mensch etwas Neues in die Welt, zwischen sich und die Natur, die Kultur. Mit dem Hammer gewann er ein neues Hilfsmittel für sein Können, ein Hilfsmittel, um das schwache Fleisch stark zu machen. Er erfand immer neue Werkzeuge und der Erfolg war eine immer gewaltigere Erhöhung der Leistungsfähigkeit in der Erfüllung der Aufgaben. Was es an Werkzeugen und Maschinen in der menschlichen Kultur gibt, sie bewirken im Prinzip nichts anderes als der Hammer, eine Steigerung der Funktionen. Und der Mensch bemüht sich, sie zweckmäßig zu gestalten, daß sie mit möglichst geringem Aufwand von Kraft und Material möglichst vollkommen ihren Zweck erreichen. Besseres ersetzt das Gute, und die ersten Dampfmaschinen sind längst zu altem Gerümpel geworden. Der Effekt der menschlichen Erfindertätigkeit ist also — genau derselbe, wie ihn die Natur unbewußt schafft. Manche Aufgaben stellt sich der Mensch, versucht sie zweckmäßig zu lösen, und wenn er die Lösung gefunden, erkennt er mit grenzenlosem Staunen, daß die Natur die Aufgabe schon seit Jahrtausenden gelöst hat. Wo wird eine Brücke nach technischen Berechnungen gebaut, die im Prinzip nicht schon im Knochen ihre einzig richtige, zweckmäßige, statische Wölbung und

Digitized by Google

Konstruktion gefunden? Ist nicht der photographische Apparat eine — unbewußte — genaue Kopie unseres Auges? Und haben nicht die Scharniere und Gelenke, die Zapfen und Läger und Angeln der Türen ihr genaues Vorbild in den Gelenken der Menschen, sogar ein sehr vollkommenes mit selbsttätiger Schmiervorrichtung? Ja, so sehr haben wir Menschen jetzt die Zweckmäßigkeit der natürlichen Lebensvorgänge erkannt, daß wir, wenn eine Aufgabe gestellt ist, nach Vorbildern im Körper suchen, forschen, ob er diese oder ähnliche Aufgaben schon gelöst hat und wie, um danach unser Handeln einzurichten. Unsere Chemie hat Gewaltiges geleistet. Sie hat die Kultur auf ein höheres Niveau gehoben, sie fabriziert Substanzen mit den unaussprechlichsten Namen von solcher Länge, daß man inzwischen mehrere Male Atem holen muß. Sie bringt es fertig, auch einige solcher Substanzen herzustellen, die der Körper in seinem Privatlaboratorium fabriziert, aber alles mit Feuer und Druck, in Kolben und Retorten, mit großem Aufwand von Kraft und Material. Die Chemiker sehen wohl ein, wie unzweckmäßig und unvollkommenes Stümperwerk ihre ganze Kunst ist im Vergleich zu der spielenden Leichtigkeit, mit der die Natur dieselben Aufgaben löst; sie forschen und suchen, der Natur ihre Geheimnisse zu entlocken, um sie bewußt zu kopieren. Auf diesem Wege wandelt der modernste Zweig der chemischen Wissenschaft, die sogenannte physikalische Chemie. Jahrtausendelang haben wir in unserem zweckmäßigen Schaffen die Natur unbewußt kopiert, jetzt werden wir bewußt Plagiatoren.

Freilich erschöpft sich der ganze Inhalt der Kultur nicht im Erfinden, in der Steigerung der Leistungsfähigkeit der menschlichen Funktionen. Darüber hinaus schuf die Kultur auch die Zivilisation, die Verknüpfung der Menschen in Familien, Sippen, Völkern und Staaten und die moralischen und ästhetischen Werte. Aber für unsere natur-

Digitized by Google

wissenschaftliche Betrachtung hat die Kultur nur insofern Bedeutung, als sie in die Beziehungen zwischen dem Menschen und seiner Lebensumgebung eingreift.

In doppelter Weise beeinflußt die Kultur die Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Welt. Sie steigert die Lebenstätigkeit, die Funktionen, und sie verändert die Außenwelt. Die Steigerung der Funktionen ist bei der rapiden Entwicklung der Maschinentechnik ins Ungeheure gestiegen. Wo die Muskelkraft nicht auslangt, arbeiten jetzt Dampfmaschinen von vielen Pferdekräften. Unsere Beinmuskeln tragen uns von Ort zu Ort, aber wir wollen eine Steigerung dieser Tätigkeit und schaffen Fahrräder, Automobile, elektrische und andere Bahnen, die uns in Stunden weiter bringen, als unsere Beine in Wochen. Unsere Augen genügen nicht, dauernd kleine Gegenstände nahe zu sehen. Der „Urmensch" hatte diese Fähigkeit nicht nötig. Wir wollen sie haben und setzen Brillen vor die Augen. Wir vertausendfachen die Sehkraft unseres Auges, wenn wir das Mikroskop und Fernrohr benutzen. Wir wollen uns ein früher gesehenes Bild wieder vorstellen und suchen in unserem Gedächtnis die Erinnerung wieder zu beleben: der photographische Apparat, das künstliche Auge ermöglicht uns, das Bild festzuhalten, und es anzusehen, so oft und so lange es uns beliebt. Ja, Funktionen, die bei uns gar nicht ausgebildet sind: das Fliegen der Vögel und das Schwimmen der Fische unter Wasser suchen wir durch Ballons und Unterseeboote zu verwirklichen. — Ob die Tiere sich untereinander verständigen können, mag eine Streitfrage sein. Wir können es, und können mehr als das. Wir können nicht nur von Mund zu Mund, sondern durch einen Draht über Berge und Meere sprechen, ja, wir können das Gesprochene in einem Kasten aufbewahren und es erklingen lassen, wann wir wollen, daß es heraustönt wie die auftauenden Posthornklänge des seligen Münchhausen. Wir können das Gedachte

Digitized by Google

auch schreiben, ja in Sekunden durch einen Draht um die ganze Erde, schließlich auch ohne Draht in weite, unsichtbare Ferne schreiben. Meine Gedanken kann ich drucken lassen und mein persönlicher Einfluß wird vertausendfacht. So wird die Erfahrung des einen allen andern mitgeteilt und jeder Mensch zieht den Nutzen aus der Erfahrung anderer. Kurz, wohin wir blicken, eine gewaltige Erweiterung und Steigerung unserer natürlichen Fähigkeiten.

Die Kultur verändert auch die Außenwelt. Freilich nicht die Schwerkraft und die Luft und den Luftdruck, aber doch kann sie aus dem Dunkel der Nacht hellichten Tag machen, und kann die schädlichen Wirkungen der Außenwelt so ändern, daß sie uns nicht treffen. Vor Wind, Regen und glühendem Sonnenbrand schützt uns Kleidung und Wohnung. So können wir leben an Orten, an denen wir mit den nackten, natürlichen Hilfsmitteln untergehen müßten. Wir versuchen auch schon — freilich bisher ohne wesentlichen Erfolg — das Wetter zu beeinflussen (Regenschießen) und unfreiwillig beeinflussen wir durch unsere Kultur das Wetter in hohem Grade, die Zahl der Gewitter z. B. hat sich bei uns durch die Kultur bedeutend vermehrt. Und wenn die Yankees ihre tolle Idee durchführen, und den Golfstrom ableiten, dann werden wir in Europa ein Klima bekommen, das dem Eiszeitklima bedenklich nahe steht. Freilich werden wir auch mit diesem Klima fertig werden mit Hilfe unserer Kultur, aber schön ist es von den Amerikanern wirklich nicht, uns im Eise zappeln zu lassen. — Zu den Außenbedingungen gehören noch mehr Faktoren. Da ist der Widerstand und die Feindschaft anderer lebenden Wesen. Ein grausames Ringen geht durch die ganze Natur und der Größere frißt den Kleineren. Jedes Tier hat Waffen für diesen Kampf, zum Angriff oder zur Abwehr, oder Mittel zu rascher Flucht. Wir Menschen haben keine Feinde mehr,

Digitized by Google

bezwungen liegen sie am Boden. Und alles ohne Waffen. Der erste Mensch tötete sie mit List oder zerschmetterte sie mit Steinen. Aber die Steine und die Wurfkraft der Arme genügten nicht. Wir steigern diese Kraft gewaltig durch Pulver und ersetzen den Stein durch ein winziges Stückchen Blei. Gegen unsere Waffen, Gehirn und Feuerrohr, ist jeder Kampf von vornherein aussichtslos. Freilich die Bakterien! Sie lassen sich nicht mit Pulver und Blei totschießen. Aber bezwingen werden wir sie doch!

Wir vernichten unsere Feinde und die Feinde unserer Kultur. Wir zwingen die anderen Lebewesen, uns zu Willen zu sein. Wir ändern, wenn wir wollen, die Existenzbedingungen für Tiere und Pflanzen von Grund aus. Wir unterwerfen rohe Naturkräfte geistigen Gesetzen. *Wir* diktieren auf diesem Planeten unseren Willen! *Wir* sind die Herren der Schöpfung!

Wenn unsere Lebensbedingungen sich gewaltig ändern, wenn etwa eine Eiszeit anbrechen sollte, oder feucht heißes Klima unser gemäßigtes ersetzen würde, so wären die Tiere verloren, wenn nicht die Natur durch organische Anpassung, durch körperliche Aus- und Umbildung für sie sorgte. Der Mensch überwindet diese Aufgabe durch seine geistigen Fähigkeiten. Neubildung oder weitere Ausbildung *körperlicher* Eigenschaften haben wir von der Zukunft nicht zu erwarten. *Der Mensch entwickelt sich körperlich nicht mehr!* Notwendige Anpassungen erreicht er einzig durch seine kulturellen Hilfsmittel; die Tiere haben dagegen nur die Fähigkeit körperlicher, organischer Anpassung. Tatsächlich zeigen sie eine größere Plastizität in der Entwicklung; sie *müssen* sich körperlich weiter entwickeln, wenn die Lebensbedingungen sich ändern, sonst sterben sie aus. Künstliche Steigerung der Funktionen und Umänderung der natürlichen Lebensbedingungen, Erleichterung der zu bewältigenden Aufgaben, das ist der Weg, auf dem die

Digitized by Google

Kultur Anpassung erzwingt. Der Erfolg ist, daß viele Funktionen überflüssig werden. „Überflüssig.“ Das ist ein Wort, das in dem Wörterbuch des Naturgeschehens nicht vorkommt. Überflüssiges gibt es in der Natur nicht. Was überflüssig ist, geht zugrunde. Ergo zieht die Natur ihre Konsequenzen.

Wenn unsere Nahrung nicht viel unverdaulichen Ballast enthält und durch den Kochtopf noch leichter verdaulich gemacht wird, wozu dann unsere Mahlzähne? Sie sind überflüssig und können schwinden. Der Darm, der weniger Verdauungsarbeit zu bewältigen hat, wird kürzer. Wozu Hautmuskeln — eine Einrichtung um Fliegen zu verjagen, wie beim Pferd, oder Wasser abzuschütteln, wie es die Hunde machen — wenn wir die Kleidung haben? Also verkümmern sie. Wozu kräftige Muskeln zum Heben, Tragen und Ziehen, wenn wir gelehrte Arbeit hinter Büchern leisten, wenn Maschinen uns die Arbeit abnehmen, wenn uns die Kraftfahrzeuge die Muskelarbeit ersparen? Die alten Ägypter bauten noch durch ihrer Hände Arbeit die gewaltigen Pyramiden, vor denen wir heute staunend stehen. Heute würde diese Muskelleistung wahrscheinlich nicht mehr möglich sein. Der Mensch steht im Begriff, Einrichtungen und Organe, die er sich in hartnäckiger, geduldig wiederholter, schwerer Anpassungsarbeit im Laufe von Jahrhunderttausenden erworben, durch die Kultur leichten Sinnes zu verlieren. Freilich ist es nicht bloß die Kultur, die Organe und Funktionen überflüssig macht oder verkümmern läßt. Das Pferd hatte vor Millionen von Jahren fünf Zehen, wie die anderen Säugetiere. Sie verkümmerten zum Huf, weil die Funktionen vereinfacht wurden. Einige Eidechsen, Lurche und Fische haben ein drittes Auge auf dem Scheitel und die vorweltlichen Reptilien haben auch ein solches besessen, wie uns die Schädelfunde bezeugen. Dieses Auge ging den höheren Tieren verloren und beim

Digitized by Google

Menschen zeugt nur noch ein winziger Rest, den man als Zirbeldrüse bezeichnet, von verschwundener Pracht. Als überflüssig ging beim Menschen die Fähigkeit, die Ohrmuscheln zu bewegen, unter (auch bei den Affen); einige Rippen wurden überflüssig und geopfert, und der Blinddarm mit seinem Wurmfortsatz, ein mächtiges, einst durchaus notwendiges, hartnäckig erworbenes Verdauungsorgan, verkümmerte zu einem kleinen Anhängsel, das als wertloses Familienerbstück pietätvoll von Generation zu Generation sich vererbt. Ebenso wurde für den Menschen die Fähigkeit schnellen, ausdauernden Laufens als überflüssig abgeschafft (jeder Hund kann es besser als wir). Aber die Kultur arbeitet rascher, nervöser als die langsam schleppende stetige Natur. Das Zeitalter der Technik machte in erstaunlich kurzer Zeit, wie wir in früheren Kapiteln sahen, manche Organe überflüssig, die jahrtausendelang wertvolle treue Dienste geleistet. Der Mohr kann gehen. Aber, lebenswichtige Funktionen hält der Organismus zäh fest. Die Funktionen des Sehens, die Tätigkeit der Muskeln, die Arbeit der Zähne sind nicht lebenswichtig genug, um sie zu erhalten, wenn sie faul und träge sind; man kann zur Not auch ohne sie leben.

Aber die Kultur nimmt nicht nur, sie schafft auch Neues. Unser Gehirn entwickelt sich unter dem Einfluß der Kultur zu einem immer wichtiger werdenden Organ. Das drückt sich schon in seiner Masse aus. Wie die gefundenen Schädel zeigen, hatten die Menschen der Eiszeit ein kleineres Hirn, und die Naturvölker haben ebenso ein geringeres und — weniger ausgebildetes — Gehirn.

Soweit reicht der Einfluß der Kultur selbst. Sie macht Organe überflüssig und bringt sie zum Schwinden, alles auf Kosten des mächtig sich entwickelnden Gehirns. Ist dieser Verlust der Organe Degeneration? Was versteht man unter Degeneration? Degeneration ist der Verlust von

Digitized by Google

Funktionen, durch die man dem Durchschnittsmaß der zu leistenden Aufgaben nicht mehr gewachsen ist. Die Kultur selbst bringt keine lebenswichtigen Organe zum Schwund, sondern solche, die für die Erhaltung des Lebens gleichgültig sind. Die Kultur selbst bringt keine Degeneration zustande!

Aber — die Kultur zeigt sehr viele unerfreuliche Begleiterscheinungen, durch die sie allerdings indirekt auf den Körper degenerierend wirkt.

Unser Gehirn scheint an der Grenze seiner Leistungsfähigkeit zu stehen. Manches Hirn ist den gewaltigen Aufgaben und vor allem dem täglich bedrohlicher werdenden Kampf ums Dasein nicht mehr gewachsen. Es versagt. Übereinstimmend wird berichtet, daß bei den Naturvölkern keine Geisteskrankheiten (außer der Idiotie) vorkommen, während bei uns die Irrenanstalten nicht ausreichen, die ständig wachsende Zahl der Kranken aufzunehmen. Weiter: Unsere Industrie, die kulturelle Werte produziert, richtet Tausende in engen Werkstätten, durch Gifte, Staub und Dünste zugrunde. Durch die gewaltigen Verkehrsmöglichkeiten werden ansteckende Krankheiten verbreitet, exotische, früher hier nie gesehene Krankheiten werden zu uns gebracht. Die Reizmittel, vor allem der Alkohol fordern unzählige Opfer, endlich auch die — Mode mit ihren engen Leibpanzern, nebenbei auch die engen Stiefelchen, der Verweichlichung durch Handschuhe und dergl.

Hier wirkt die Kultur zerstörend. Aber, so fragen wir uns, muß es denn so sein? Können wir nicht die Errungenschaft der Kultur genießen, ohne die häßlichen Folgen der Nebenerscheinungen mit in den Kauf nehmen zu müssen? Wenn wir dem Pferd die Zügel schießen ließen, daß es mit uns durchging, war es nicht unsere Schuld? Es kam alles so unheimlich schnell im letzten halben Jahrhundert.

Digitized by Google

über Nacht war die gewaltige Herrschaft der Technik da. Sie traf uns unvorbereitet. Sie verlangte von jedem den Einsatz der ganzen Person und volles Mitleben und Arbeiten. Da versagten manche und mancher Geist wurde, von der Plötzlichkeit überrascht, an der übergroßen Aufgabe aufgerieben. So geht es nicht weiter, wir besinnen uns. Unser Hirn kann bei dem rasenden Tempo nicht mitkommen. Wir sehnen uns nach Ruhe, nach einer Zeit der Sammlung. Die Kultur muß ein langsameres Tempo einschlagen, oder wir müssen mehr Diät halten in unserer Geistesarbeit. Schon zieht ein vernünftiger Geist in die Schulerziehung ein. Überall regt es sich, die fatalen Begleiterscheinungen der Kultur abzustumpfen. Staat und Privatleute wetteifern in dem Bestreben, die schädlichen Folgen der Industrie durch Schaffung gesunder Werkstätten, durch Verhütung der gewerblichen Krankheiten, durch Schutzvorrichtungen zu beseitigen mit großem Erfolge. Mit den ansteckenden Krankheiten fertig zu werden, lehrt uns die Wissenschaft. Begeistert regt sich der Kampf gegen den Alkohol, handgreiflich sieht man vielversprechende Erfolge.

Ein fröhlicher Zug zu ungebundenem Spiel, zum Wettstreit der Körperkräfte in Rudern und Reiten und gesundem Sport zieht durch alle Nationen. Von allen Seiten wird Material herbeigeschleppt, die morsch gewordene Brücke zu erhalten und auszubauen, die uns mit der Natur verbindet. In ihr müssen wir, wollen wir erstarken, denn *sie* stellt die Aufgaben an unseren Körper und verlangt von dem Körper Schlagfertigkeit, die Aufgaben zu lösen. In ihr, in der Ausbildung unserer körperlichen Fähigkeiten holen wir uns Kraft zum Lebenskampf, wie der Riese Antäus, dessen Kräfte sich erneuerten, so oft er die Mutter Erde mit den Fingerspitzen berührte. Die Kultur hat ihre Schäden, die überwunden werden müssen. Nicht die Kultur selbst, sie erleichtert die Aufgaben und läßt nur Lebensunwichtiges

Digitized by Google

fahren. Aber das, was mit der Kultur zusammenhängt, was Folge und Begleiterscheinung ist.

Zurück zur Natur! Der Ruf ist vor und nach Rousseau unzählige Male erklungen. Heute erschallt er lauter denn je. Aber früher ergänzte man den Ruf: Zurück zur Natur und laßt die Kultur fahren! Heute denken wir nicht daran, auf die Kulturerrungenschaften zu verzichten. Wir wollen sie genießen, aber doch zurückkehren zur Natur, den Zusammenhang mit der Mutter alles Lebendigen nicht verlieren. Unter diesem Zeichen werden wir siegen. Mit dieser Losung geht die Menschheit hoffnungsfreudig aufwärts, einer größeren Vollkommenheit entgegen. Und jubelnd klingt es:

„Die Welt wird schöner mit jedem Tag,
Man weiß nicht, was noch kommen mag,
Das Blühen will nicht enden!“

Digitized by Google

Verlag von Ernst Heinrich Moritz in Stuttgart.

Im Juni 1906 erscheint:

Öffentliche Gesundheitspflege und Medizinalwesen von **Dr. med. O. von Boltenstern.** 256 Seiten. Brosch. 2 Mk., geb. 2 Mk. 50 Pfg.

Inhalt: 1. Verkehr mit Nahrungs- und Genußmitteln. — 2. Wohnungspflege. — 3. Wasserversorgung. — 4. Abwässer- und Müllbeseitigung. — 5. Badewesen. — 6. Gewerbegesundheitspflege. — 7. u. 8. Kinder- und Schulgesundheitspflege. — 9. Irrenwesen. — 10. Fürsorge für Kranke und Gebrechliche. — 11. Seuchenbekämpfung. — 12. Prostitution. — 13. Leichenwesen. — 14. Heilwesen. — 15. Gesundheitsbehörden.

Gewerbliche Gesundheitspflege von **Königl. preuß. Gewerbeinspektor Dr. A. Bender.** Circa 170 Seiten Text mit 68 Illustrationen. Brosch. 2 Mk., geb. 2 Mk. 50 Pfg.

Inhalt: 1. Gesetzliche Vorschriften. — 2. Lüftung der Arbeitsräume. — 3. Persönliche Ausrüstung des Arbeiters. — 4. Beleuchtung. — 5. Heizung. — 6. Nebenräume gewerblicher Anlagen. — 7. Mißbrauch geistiger Getränke und Alkohol-Ersatzmittel. — 8. Unfallverhütung. — 9. Belästigung durch gewerbliche Anlagen. — 10. Persönliche Gesundheitspflege des Arbeiters. — 11. Gesundheitspflege in den einzelnen Betrieben.

Bau- und Wohnungshygiene von **A. Berberich.** Ca. 170 Seiten mit vielen Illustrationen. Brosch. 2 Mk., geb. 2 Mk. 50 Pfg.

Inhalt: I. Einleitung. Die Wichtigkeit der Bauhygiene. — II. Die Grund- und Bodenspekulation, deren hygienische Nachteile. Ein Vorschlag zu deren Beseitigung. — III. Der Wohnungsneubau. 1. Die Wahl des Bauplatzes: a) Bodenuntersuchung. b) Wasserversorgung. 2. Die Bauplangestaltung: a) Treppenanlage. b) Abort. c) Küche oder Kochraum. d) Waschküche. e) Badezimmer. f) Anordnung der übrigen Räume. g) Fenster. 3. Die Baumaterialien (ihre Vorzüge u. Nachteile vom hyg. Gesichtspunkt). a) Stein- und Mörtelmaterialien. b) Bauholz. (Holzkrankheiten). c) Metall. (Die Bedenken gegen den Metallbau). 4. Die Bauführung. a) Fundament. b) Keller. c) Umfassungsmauern. d) Dach. e) Dachrinnen u. Regenfallrohre. f) Zwischendecken. — IV. Das Austrocknen der Gebäude.— V. Die innere Ausstattung.— VI. Die Heizung des Hauses. — VII. Die Lüftung des Hauses. — VIII. Die Behandlung der fertigen Wohnung. — Anhang: Die landwirtschaftliche Hygiene und der Stallbau.

Digitized by Google

Verlag von Ernst Heinrich Moritz in Stuttgart.

Dr. H. Dekker, Lebensrätsel.

Der Mensch biologisch dargestellt

I. Teil. 209 Seiten mit 35 Abbildungen. Brosch. 2 Mk.

Inhaltsangabe des I. Teils.

I. **Der Mensch als Organismus.** Darwins Bedeutung für die Naturwissenschaften. — Der Mensch als Produkt der Entwicklung. — Organismus und Maschine.

II. **Die Modellierung der Menschengestalt.** Riesen und Zwerge. — Die Größe des Kulturmenschen. — Juden und Japaner. — Körperlänge und Volkswirtschaft. — Warum die Frauen kleiner sind. — Sitzriesen und Stehriesen. — Die Länge der Beine. — Die Prägung der Tierwelt. — Stammesgeschichte und Keimesgeschichte. — — Der aufrechte Gang. — Fuß und Fußkünstler. — Kletterinstinkte. — Warum wir an Händen und Füßen schwitzen. — Kultur und Schädelform. — Die Nase als Gradmesser der Kultur. — Lippen und Zähne. — Warum ein Milchgebiß. — Zahl der Zähne. — Die menschlichen Ohren. — Die Urheimat des Menschengeschlechts. — Die Armlänge als Kulturmesser. — Absolut gut ist nichts, auch nicht der aufrechte Gang. — Die Menschwerdung.

III. **Im Vorhof des Lebens.** Die Entdeckung der „Zellen". — Schleiden und Schwann. — Bau der Amöben und der Zellen überhaupt. — Bewegung, Fressen, Assimilation und Dissimilation der Amöben. — Vermehrung, geschlechtliche und ungeschlechtliche. — Die Amöbe ist unsterblich. — Reaktion auf Wärme und Kälte, Licht und chemische Reize. — Nahrungsauswahl. — Warum die lebenden Amöben nicht faulen. — Arbeitseinteilung von Kern und Protoplasma. — Arbeitseinteilung innerhalb des Protoplasmas. — Der komplizierte Aufbau der Zellen. — Vom Glockentierchen zur Zellenkolonie. — Volvox. — Eibildung in der Zellenkolonie. — Primitive Geschlechtsprodukte. — Der Tod der Fluch der Arbeitsteilung. — Von der Kolonie zum Zellen s t a a t. — Haeckel's Gastraea. — Spezialisierung der Arbeitsleistungen. — Das Prinzip der Entwicklung.

IV. **Ums tägliche Brot.** Warum wir essen, wieviel und in welcher Form. — Kulturnahrung und Naturnahrung. — Der Kochtopf als Verdauungsorgan. — Einfluß der Kulturnahrung auf den Menschen. — Über Suppen und Saucen. — Warum die unteren Schneidezähne nicht kariös werden und warum der Bauer nicht zum Zahnarzt geht. — Grenzen der Anpassung. — Menschenchemie und

Digitized by Google

Zellenchemie. — Psychologie der Speicheldrüsen. — Wozu haben wir einen Magen. — Warum sich der Magen nicht selber verdaut. — Über Galle und Bauchspeichel und warum die Leber sich ein Gallenreservoir leisten kann. — Der Darm von Pflanzen- und Fleischfressern. — Die Darmlänge nimmt in Europa von Südwesten nach Nordosten zu. — Vegetarismus. — Bakterien im Darm. — Der „Zweck" des Blinddarms und über Zweckmäßigkeit überhaupt. — Rudimentäre Organe. — Warum der Blinddarm erkrankt. — Die Menge der Darmentleerungen als Kulturmesser. — Der Darm als Arzt und Kurpfuscher. — Wir leben im Wasser. — Die Leber als Materialverwalter und Gutachter. — Warum die Fette nicht die Leber passieren und warum Rizinusöl ein Abführmittel ist. — Das Kochsalz in der Nahrung. — Warum die Münchener Radi essen und München den größten Fleischverbrauch hat. — Hungern, Hunger und Appetit. — Schutz gegen unzweckmäßige Ernährung. — Stereotypie der Schutzeinrichtungen. — Die Bedeutung des Instinktes für die Nahrungswahl. — Was mit verschluckten Stecknadeln geschieht. — Wie sich die Verdauungskunst entwickelt hat. — Der Körper verdaut nicht nur in Magen und Darm, sondern auch in den anderen Organen und Zellen. — Was uns die Verdauungstätigkeit lehrt.

V. **Blutgeheimnisse.** Die Scheu vor dem Blut. — Blutaberglauben. — Wozu das Blut da ist, und wie es aussieht. — Warum das Blut rot ist. — Rote Blutkörperchen und Gasanzünder. — „Blaues Blut." — Wozu wir rote Blutkörperchen haben, und warum diese keinen Kern. — Und warum wir kleinere rote Blutkörperchen haben, als die niederen Tiere. — Die Delle der roten Blutkörperchen. — Die Gesamtoberfläche der roten Blutkörper. — Wie wir atmen. — Männer- und Frauenatmen. — Warum die Caisonarbeiter in Lebensgefahr sind. — Warum der Körper keine Reservevorräte von Sauerstoff hat. — Die Bedingungen für richtiges Funktionieren der Atmung. — Die Atmungsfläche der Lunge. — Gestörte Atemfunktionen. — Die Bergkrankheit und wie sich der Organismus dagegen schützt. — Schutzvorrichtungen des Atmungsapparates in Nase und Lungen. — Flimmerzellen und weiße Blutkörperchen. — Niesen und Husten. — Die weißen Blutkörperchen (Leucocyten). — Ihre Rolle bei der Eiweiß- und Fettverdauung. — Die Leucocyten fressen. — Die Polizisten des menschlichen Zellenstaates. — Der Eiter als Schutzeinrichtung. — Der Schwanz der Kaulquappe. — Chemotaxis. — Die Selbstreinigung des Blutes. — Wie man in einer Wurst Pferdefleisch nachweist. — Antifermente und Antiserum. — Schlangengift. — Wie man gerichtlich Menschenblut nachweist. — Verwandtschaftsreaktionen. — Die Blutsverwandtschaft des Menschen. — Der Affe als entfernter Vetter. — Gegenstoffe gegen rote Blutkörperchen, weiße Blutkörperchen, Samenfäden, Leber-, Gehirnzellen usw. — Schutz des Blutes gegen einzellige lebende Wesen: Bakterien und Urtierchen.

Digitized by Google

Beide Teile in einem schönen Leinwandband gebunden 5 Mk.

Digitized by Google

Digitized by Google


Digitized by Google




Digitized by Google



Digitized by Google